



TUGAS AKHIR - SM 141501

**ANALISIS KRITERIA DAN PEMILIHAN BASIS TEMPAT
TINGGAL PILOT DENGAN METODE FUZZY
ANALYTIC HIERARCHY PROCESS
(STUDI KASUS DI PT.X)**

MUKHOFIFATUL MA'RUFAH
NRP 1211 100 030

Dosen Pembimbing :
Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si.
Dr. Dra. Mardlijah, MT.

JURUSAN MATEMATIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - SM 141501

***CRITERIA ANALYSIS AND CREWBASE SELECTION
USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS
(CASE STUDY IN PT. X)***

MUKHOFIFATUL MA'RUFAH
NRP 1211 100 030

Supervisors :
Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si.
Dr. Dra. Mardlijah, MT.

DEPARTMENT OF MATHEMATICS
Faculty Of Mathematics and Sciences
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KRITERIA DAN PEMILIHAN BASIS TEMPAT TINGGAL PILOT DENGAN METODE FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (STUDI KASUS DI PT. X)

CRITERIA ANALYSIS AND CREWBASE SELECTION USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (CASE STUDY IN PT. X)

TUGAS AKHIR

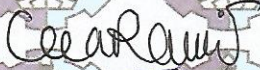
Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Pada bidang studi Matematika Terapan
Program Studi S-1 Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :
MUKHOFIFATUL MA'RUFAH
NRP. 1211 100 030

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II,

Dosen Pembimbing I,





Dr. Dra. Mardijah, MT

Alvida Mustika R. S.Si, M.Si

NIP. 19670114 199102 1 201

NIP. 19720715 199802 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
FMPA ITS



Prof. Dr. Erna Apriliani, M.Si

NIP. 19660414 199102 2 001

Surabaya, Juli 2015

**ANALISIS KRITERIA DAN PEMILIHAN BASIS TEMPAT
TINGGAL PILOT DENGAN MENGGUNAKAN
FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCES
(STUDI KASUS DI PT. X)**

Nama Mahasiswa : Mukhofifatul Ma'rufah
NRP : 1211 100 030
Jurusan : Matematika
Dosen Pembimbing : 1) Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si
2) Dr. Dra. Mardlijah, MT.

Abstrak

Salah satu masalah yang sering dihadapi perusahaan penerbangan adalah penugasan pilot atau penjadwalan pilot. Penjadwalan pilot berhubungan erat dengan penempatan crew base, karena setiap pilot memulai *duty period* (masa kerja) dari *crewbases*. Karena hal inilah penempatan *crewbases* menjadi hal yang penting. Pemilihan penempatan *crewbases* juga menjadi salah satu permasalahan di PT. X, salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang penyedia jasa transportasi udara. Perhitungan secara matematis dapat berperan dalam menentukan pemilihan penempatan *crewbases*. Untuk menyelesaikan permasalahan ini akan dilakukan analisis mengenai pengaruh masing-masing kriteria dalam penempatan *crewbases*. Setelah itu akan dilanjutkan dengan pemilihan penempatan *crewbases* dengan menggunakan metode *fuzzy AHP*. Metode AHP digunakan untuk pembobotan kriteria dan alternatif. Penggunaan *fuzzy* berguna untuk merepresentasikan kesamaran penilaian expert yang menjadi input utama dalam metode FAHP. Pada Tugas Akhir ini, terpilih kriteria yang paling berpengaruh adalah kriteria rute yang dapat terlayani tanpa istirahat, dan alternatif yang memiliki bobot tertinggi yaitu CGK (Cengkareng) memiliki bobot 0.2849.

Kata kunci : Analisis Kriteria, *Crewbase*, *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*, Penjadwalan Crew.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**CRITERIA ANALYSIS AND CREWBASE SELECTION
USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS
(CASE STUDY IN PT. X)**

Name : Mukhofifatul Ma'rufah
NRP : 1211 100 030
Department : Mathematics
Supervisor : 1) Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si
2) Dr. Dra. Mardlijah, MT.

Abstract

One of the problems often faced by the airline company is pilot assignment or pilot scheduling. Pilot scheduling is closely related to crewbase selection, because pilot starts their duty period from crewbase. Because of this, crewbase becomes important. Crewbase selection is one of the problem in PT. X, one of the airline company in Indonesia. Mathematical calculations can play a role in determining crewbase selection. To resolve this issue we will do an analysis of the effect of each criterion in the crewbase selection, after that it will proceed with crewbase selection using fuzzy AHP method. AHP method is used for weighting of criteria and alternatives. Fuzzy used to represent the vagueness of expert judgment, which is the main input of FAHP. In this final project, we obtained that the most influential criteria is route could be served without the rest, and alternative which has the highest weight is CGK (Cengkareng) with 0.2849.

Keywords: Crewbase, Pilot Scheduling, Criteria Analysis, Fuzzy Analytic Hierarchy Process.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas pertolongan dan petunjuk-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Kriteria dan Pemilihan Basis Tempat Tinggal Pilot dengan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP)”** sebagai syarat kelulusan dalam menempuh program S-1 Jurusan Matematika FMIPA ITS Surabaya.

Dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :












1. Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si sebagai dosen pembimbing pertama Tugas Akhir atas segala bimbingan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
2. Dr. Dra. Mardijah, MT sebagai dosen pembimbing kedua Tugas Akhir atas segala bimbingan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
3. Prof. Dr. Erna Apriliani, M.Si selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA-ITS dan dosen penguji.
4. Drs. Chairul Imron, MIKomp selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Matematika FMIPA-ITS dan dosen penguji.
5. Dr. Imam Mukhlas, S.Si, MT selaku dosen wali penulis.
6. Bapak Bonifasius Adi Nugroho selaku pembimbing lapangan serta staff Bussiness Analyst PT. Garuda Indonesia atas segala bimbingan dan motivasi.
7. Bapak Taufan Hartanto selaku staff Operation Support and Controlling PT. Garuda Indonesia atas segala bimbingan dan motivasi.
8. Bapak Jamal selaku staff Operation Planner PT. Garuda Indonesia atas segala bimbingan dan motivasi.
9. Bapak dan Ibu dosen serta seluruh *staff* Tata Usaha dan Laboratorium Jurusan Matematika FMIPA-ITS.

Penulis menyadari bahwa selama masa penelitian dan penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

Special thank's to:

-  Allah SWT atas petunjuk dan pertolongan-Nya dalam setiap langkah untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.
-  Nabi Muhammad SAW, semoga shalawat serta salam tetap tercurahkan kepada Beliau.
-  Abi dan Ummi yang selalu mendoakan selama pengerjaan Tugas Akhir, terima kasih atas perhatian, motivasi dan semangat yang tiada henti.
-  Adikku Azizah, Laila, dan Faisal atas doa dan dukungan tiada henti.
-  Keluarga besarku yang senantiasa memberikan dukungan dan doa.
-  Dwi Sapta Wijaya yang selalu menemani, membantu dan memberikan dukungan untuk penulis.
-  Yahya dan Anin yang menemani penulis serta belajar bersama.
-  Teman-teman Kabinet Sahabat Isman, Ilham, Habib, Heri, Farid, Dina, Liyana, Zain, dan Aza atas semua suka, duka yang kita lewati bersama, serta motivasi dan doa kalian.
-  Saudara- saudara genggong Lusi, Uja, Veda, Wanda, Zebri, Mbak Hesti, Zam, Yongky, dan Toni atas semua suka, duka, tingkah konyol dan ajaib, motivasi, bantuan, dan doa yang selalu mewarnai hari-hari penulis.
-  Teman- teman kontrakan alias teman bermain penulis, Pendi, Singgih, Gimbul, Haqul, Hakam, Rifdy, dan Anas atas kesempatan dan waktunya bermain bersama.
-  Teman- teman kosan Yani, Anita, Pipik, Aya, dan Icha yang menemani hari-hari selama di kos yang penuh kehangatan dan kekonyolan.

- 🌈 Teman- Teman KSE ITS Afiq, Adhon, Puput, Dini, Fara, Fitrop dan teman- teman KSE ITS lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih atas doa dan motivasinya.
- 🌈 Teman- teman SMA Helen, Ainun, doni, pakde, faqih, doyok, dan Jolis terimakasih atas doa dan motivasinya.
- 🌈 Risa, Mbak Mevita, Mbak Indira, Mbak Halwa, dan semua yang sudah memberikan informasi mengenai tugas akhir, saran, dan doa.
- 🌈 Teman-teman HIMATIKA ITS atas pengalaman dan pembelajaran yang diberikan.
- 🌈 Semua pihak yang telah mendukung pengerjaan Tugas Akhir ini. Terima kasih untuk semuanya.

DAFTAR SIMBOL

\widetilde{M}	: himpunan <i>triangular fuzzy number</i>
$\mu_{\widetilde{M}}(x)$: fungsi keanggotaan segitiga dari \widetilde{M}
A	: matriks rata- rata perbandingan berpasangan
W	: matriks normalisasi
AR	: rata-rata baris matriks normalisasi
B	: matriks perkalian elemen A dengan AR
C	: jumlah tiap baris matriks B
λ_{max}	: Eigen value maksimum
CI	: <i>Consistency Index</i>
CR	: <i>Consistency Ratio</i>
IR	: <i>Index Random</i>
l	: nilai terendah
n	: banyaknya elemen yang dibandingkan
m	: nilai tengah
u	: nilai tertinggi
l_{ij}	: penilaian responden baris ke- i kolom l ke- j
m_{ij}	: penilaian responden baris ke- i kolom m ke- j
u_{ij}	: penilaian responden baris ke- i kolom u ke- j
X	: himpunan objek
g_i	: himpunan tujuan
M_{gi}^j	: nilai <i>triangular fuzzy number</i>
S_i	: nilai sintesis fuzzy ke- i
$d'(A_i)$: nilai ordinat elemen keputusan ke- i
A_i	: elemen keputusan ke- i
W'	: bobot vektor
W_f	: bobot vektor fuzzy setelah dinormalisasi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Skala Numerik dan Skala linguistik untuk tingkat kepentingan	13
Tabel 2.2 Nilai <i>Index Random</i>	17
Tabel 3.1 Kriteria dan Sub Kriteria Pemilihan Alternatif.....	23
Tabel 4.1 Data Alternatif <i>Crew Base</i>	27
Tabel 4.2 Analisis Sub KriteriaFaktor.....	28
Tabel 4.3 Penjumlahan Baris untuk Setiap Sub Kriteria.....	41
Tabel 4.4 Penjumlahan Kolom untuk Setiap Sub Kriteria	43
Tabel 4.5 Invers Penjumlahan Kolom untuk Setiap Sub Kriteria	43
Tabel 4.6 Nilai sintesis <i>fuzzy</i> dalam Setiap Sub Kriteria.....	44
Tabel 4.7 Nilai Vektor untuk Setiap Sub Kriteria	45
Tabel 4.8 Nilai ordinat untuk Setiap Sub Kriteria.....	46
Tabel 4.9 Nilai Bobot Vektor untuk Setiap Sub Kriteria	47
Tabel 4.10 Bobot Sub Kriteria	48
Tabel 4.11 Matriks Perbandingan Berpasangan Setiap Alternatif untuk Kriteria Konektivitas ke Masing-Masing Rute	50
Tabel 4.12 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Kriteria Konektivitas ke Masing-Masing Rute.....	55
Tabel 4.13 Penjumlahan kolom untuk Setiap Alternatif terhadap Sub Kriteria Konektivitas ke Masing-Masing Rute	56
Tabel 4.14 Invers Penjumlahan kolom untuk Setiap Alternatif terhadap Sub Kriteria Konektivitas ke Masing-Masing Rute	57
Tabel 4.15 Nilai sintesis <i>fuzzy</i> untuk setiap Alternatif terhadap Sub Kriteria Konektivitas ke Masing-Masing Rute ...	58

	Hal
Tabel 4.16 Nilai Vektor untuk untuk setiap Alternatif terhadap Sub Kriteria Konektivitas ke Masing-Masing Rute....	59
Tabel 4.17 Nilai ordinat setiap Alternatif terhadap Sub Kriteria Konektivitas ke Masing-Masing Rute	60
Tabel 4.18 Nilai Bobot Vektor untuk setiap Alternatif terhadap Sub Kriteria Konektivitas ke Masing-Masing Rute....	60
Tabel 4.19 Bobot setiap Alternatif terhadap Sub Kriteria Konektivitas ke Masing-Masing Rute.....	61
Tabel 4.20 Bobot Akhir	62
Tabel A.1 Konektivitas <i>Crew Base</i> ke Masing- Masing Rute	71
Tabel A.2 Frekuensi <i>Direct Flight</i> ke Masing- Masing Rute	72
Tabel A.3 Jarak <i>Crew Base</i> ke Masing- Masing Rute	72
Tabel A.4 Jarak Bandara dari Pusat Kota.....	73
Tabel A.5 Jumlah Penumpang di Masing-Masing Bandara	73
Tabel A.6 Rute yang dapat Terlayani Tanpa <i>Rest</i>	74
Tabel A.7 Tingkat Keamanan Kota.....	74
Tabel A.8 Fasilitas Kesehatan	75
Tabel A.9 Fasilitas Pendidikan	75
Tabel A.10 Pengeluaran Perkapita	76
Tabel D.1 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Konektivitas <i>Crew Base</i> ke Masing- Masing Rute.....	123
Tabel D.2 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Frekuensi <i>Direct Flight</i> ke Masing- Masing Rute	123
Tabel D.3 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak <i>Crew Base</i> ke Masing- Masing Rute.....	124
Tabel D.4 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak Bandara dari Pusat Kota.....	124
Tabel D.5 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Jumlah Penumpang di Masing-Masing Bandara	124
Tabel D.6 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Rute yang dapat Terlayani Tanpa <i>Rest</i>	125

	Hal
Tabel D.7 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Tingkat Keamanan Kota.....	125
Tabel D.8 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Kesehatan	125
Tabel D.9 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Pendidikan.....	126
Tabel D.10 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Pengeluaran Perkapita	126
Tabel E.1 Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk Setiap Alternatif terhadap Konektivitas ke Masing- Masing Rute	127
Tabel E.2 Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk Setiap Alternatif terhadap Frekuensi Direct Flight ke Masing- Masing Rute	128
Tabel E.3 Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak Crew Base ke Masing- Masing Rute.....	128
Tabel E.4 Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak Bandara dari Pusat Kota.....	128
Tabel E.5 Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk Setiap Alternatif terhadap Jumlah Penumpang	128
Tabel E.6 Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk Setiap Alternatif terhadap JumlahRute yang dapat Terlayani tanpa Rest.....	129
Tabel E.7 Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk Setiap Alternatif terhadap Tingkat Keamanan Kota.....	129
Tabel E.8 Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Kesehatan	129
Tabel E.9 Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Pendidikan.....	130
Tabel E.10 Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk Setiap Alternatif terhadap Pengeluaran Perkapita	130
Tabel F.1 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Konektivitas ke Masing- Masing Rute	131

	Hal
Tabel F.2 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Frekuensi Direct Flight ke Masing- Masing Rute	131
Tabel F.3 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak Crew Base ke Masing- Masing Rute	132
Tabel F.4 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak Bandara dari Pusat Kota	132
Tabel F.5 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Jumlah Penumpang	132
Tabel F.6 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap JumlahRute yang dapat Terlayani tanpa Rest.....	132
Tabel F.7 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Tingkat Keamanan Kota	133
Tabel F.8 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Kesehatan	133
Tabel F.9 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Pendidikan.....	133
Tabel F.10 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Pengeluaran Perkapita	134

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Fungsi Keanggotaan <i>Triangular Fuzzy Number</i>	11
Gambar 2.2 Struktur Hierarki AHP.....	12
Gambar 3.1 Alur Metode Penelitian.....	25
Gambar 4.1 Struktur Hierarki AHP.....	33
Gambar 4.2 Perhitungan Antar Kriteria	64
Gambar 4.3 Hasil Perhitungan Antar Kriteria	64
Gambar 4.4 Perhitungan Antar Alternatif	65

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir.

1.1 Latar Belakang

Dunia penerbangan, khususnya maskapai penerbangan semakin hari semakin berkembang. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan jumlah penerbangan yang ada, khususnya di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik, jumlah penerbangan pada tahun 2010 meningkat hingga 22,77% dari tahun sebelumnya, hal ini menunjukkan semakin berkembangnya industri penerbangan. Dengan semakin berkembangnya industri penerbangan, memberi peluang sekaligus tantangan bagi perusahaan penyedia jasa penerbangan. Salah satu masalah yang ada adalah penjadwalan sumber daya, baik pesawat maupun *pilot*. Perusahaan penyedia jasa penerbangan harus menyelesaikan permasalahan penjadwalan sumber dayanya untuk memastikan bahwa *pilot* dan pesawat telah tersedia untuk semua rute penerbangan yang sudah dijadwalkan [1]. Keberadaan *crewbase* berpengaruh dalam penjadwalan *pilot*, karena setiap *pilot* memulai *duty period* dari masing-masing *crewbase*. Sebagai penyumbang pengeluaran terbesar kedua dalam biaya operasional, kebutuhan *pilot* menjadi salah satu perhatian pihak maskapai penerbangan. Karena hal inilah penempatan *crewbase* menjadi hal yang penting guna mengoptimalkan kebutuhan *pilot* dan jam kerja *pilot*.

Pemilihan penempatan *crewbase* juga menjadi salah satu permasalahan di PT. X. Pesawat ATR yang menjadi salah satu pesawat yang melayani penerbangan untuk rute Indonesia bagian timur hingga saat ini masih mendapatkan *supply pilot* dari *crewbase* yang ada di CGK (Cengkareng) dan DPS

(Denpasar). Jarak *crewbase* yang cukup jauh dengan rute-rute yang dilayani oleh pesawat, menyebabkan semakin banyak waktu yang dihabiskan *pilot* sebagai DHC (*Dead Heading Crew*). Hal ini menyebabkan jumlah *pilot* yang dibutuhkanpun kurang optimal.

Pada pemilihan *crewbase* ini ada beberapa kriteria yaitu konektivitas ke masing-masing rute penerbangan, jarak bandara dari pusat kota, jumlah penumpang, rute yang dapat terlayani tanpa *rest*, tingkat keamanan kota, fasilitas kota, dan pengeluaran perkapita di masing-masing kota. Sebelum melakukan pengambilan keputusan akan dilakukan analisis terhadap kriteria terlebih dahulu oleh expert atau orang yang berpengalaman dibidangnya. Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh kriteria dalam pengambilan keputusan serta dikarenakan belum adanya penelitian terdahulu mengenai pengambilan keputusan pemilihan penempatan *crewbase*. Setelah melakukan analisis terhadap kriteria, kemudian akan dilanjutkan pengambilan keputusan dengan metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Dengan menggunakan metode MCDM akan dilakukan pembobotan pada masing-masing kriteria terhadap kriteria yang lain dan juga terhadap masing-masing alternatif. Metode pembobotan yang digunakan adalah *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP). Metode ini memberikan penilaian tentang kepentingan relatif dari setiap kriteria dan menetapkan preferensi untuk setiap alternatif keputusan menggunakan masing-masing kriteria [2].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah:

- a. Bagaimana analisis kriteria pada pengambilan keputusan multikriteria dalam menentukan prioritas penempatan *crewbase* yang terbaik.
- b. Bagaimana pengambilan keputusan multikriteria dalam menentukan prioritas lokasi penempatan

crewbase yang terbaik sebagai bahan pertimbangan pihak PT. X dengan menggunakan *Fuzzy AHP*

1.3 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini, dibuat batasan masalah yaitu :

- a. Data Sekunder yang digunakan adalah data CROPA untuk pilot pesawat jenis ATR, penerbangan domestik, jarak calon *crewbase* ke masing-masing rute, jarak bandara ke pusat kota, jumlah penumpang di masing-masing bandara, tingkat keamanan kota, fasilitas kesehatan, fasilitas pendidikan, serta pengeluaran perkapita di masing-masing kota.
- b. Data Primer yang digunakan adalah data kuisioner yang diisi oleh ahli (*experts*)
- c. Kriteria yang digunakan adalah konektivitas calon *crewbase*, jarak bandara ke pusat kota, jumlah penumpang, jumlah rute terlayani tanpa *rest*, tingkat keamanan kota, fasilitas kota, dan pengeluaran perkapita. Kriteria-kriteria ini didapatkan berdasarkan hasil diskusi penulis dengan *expert*.
- d. Sub Kriteria yang digunakan adalah konektivitas ke masing-masing rute, frekuensi *direct flight* ke masing-masing rute, jarak calon *crewbase* ke masing-masing rute, jarak bandara ke pusat kota, jumlah penumpang di masing-masing bandara, jumlah rute yang dapat terlayani tanpa *rest*, tingkat keamanan kota, fasilitas kesehatan, fasilitas pendidikan, serta pengeluaran perkapita di masing-masing kota
- e. Alternatif yang digunakan dalam studi kasus ini berjumlah lima yaitu, Surabaya, Tangerang, Denpasar, Makasar, dan Balikpapan.
- f. Simulasi model *Fuzzy AHP* menggunakan software Matlab.

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

- a. Mendapatkan hasil analisis kriteria pada pengambilan keputusan multikriteria dalam menentukan prioritas lokasi penempatan *crewbase* yang terbaik.
- b. Mendapatkan alternatif lokasi penempatan *crewbase* yang terbaik sebagai bahan pertimbangan pihak PT. X dengan menggunakan *Fuzzy AHP*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini antara lain :

- a. Sebagai bahan pengetahuan tambahan bagi pembaca dan penulis mengenai pemilihan lokasi penempatan *crewbase* yang terbaik.
- b. Memperoleh pengetahuan dan keilmuan tentang konsep *Fuzzy AHP* yang biasa digunakan pada pengambilan keputusan multikriteria.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini secara keseluruhan terdiri dari lima bab dan lampiran. Secara garis besar masing-masing bab membahas hal-hal sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang istilah-istilah yang berkaitan dengan dunia penerbangan dan *Fuzzy AHP* dalam proses pengambilan keputusan multi-kriteria. Materi-materi tersebut digunakan sebagai acuan dalam mengerjakan Tugas Akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang metode dan langkah-langkah dalam proses penyelesaian masalah dan mencapai tujuan tugas akhir.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas proses analisis kriteria berdasarkan data yang didapatkan dari berbagai sumber, sehingga diperoleh kriteria dan subkriteria yang digunakan dalam pemilihan basis tempat tinggal pilot. Pengolahan data dari kuisioner yang nantinya akan menghasilkan bobot-bobot kriteria dan alternatif menggunakan metode *Fuzzy AHP*. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap bobot yang telah didapatkan.

BAB V SIMPULAN

Bab ini berisi simpulan mengenai hasil dari analisis data dan pembahasan yang dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya terkait hasil dari Tugas Akhir ini.

LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas teori-teori yang terkait dengan permasalahan dalam Tugas Akhir. Pertama dibahas mengenai istilah-istilah dalam dunia penerbangan. Selanjutnya mengenai MCDM dan *Fuzzy AHP*.

2.1 Istilah dalam Dunia Penerbangan

Dalam dunia penerbangan terdapat beberapa istilah-istilah yang sering digunakan, antara lain:

a. *Crew base*

Base atau *crew base* adalah kota atau wilayah yang ditunjuk oleh perusahaan penerbangan sebagai basis tempat tinggal *crew* [3]. Keberadaan *crew base* diharapkan mampu mengurangi terjadinya biaya tambahan pada *crew*. Tiga penyebab biaya tambahan pada *crew* adalah [4] :

1. Terlalu lama berada dalam masa *duty period*
2. Istirahat malam yang panjang diantara masa *duty period*
3. *Dead Heading* atau *crew* pasif

b. *Air Crew*

Air crew adalah orang yang ditugaskan dalam penerbangan. *Air crew* terdiri dari *Flight crew* dan *Flight Attendants* termasuk juga para *trainee*[5].

c. *Duty Period*

Duty period adalah periode waktu antara pelaporan untuk penugasan yang didalamnya termasuk *Flight Time* sampai dengan *air crew* selesai melakukan tugasnya [5].

d. *Dead Heading Crew*

Dead Heading Crew adalah *air crew* yang melakukan penerbangan pada satu atau lebih sektor tanpa aktif

bekerja, dan menerima perlakuan yang sama seperti penumpang umum dalam pesawat [5].

e. *CROPA*

CROPA (*Crew Operating Pattern*) atau dikenal juga dengan rotasi kru adalah penjadwalan penugasan kru yang terdiri dari satu atau lebih *journey* yang dioperasikan oleh kru mulai awal berangkat dari *crew base* sampai dengan kembali lagi ke *crew base* [5].

f. *Flight Duty Time*

Flight duty time adalah periode waktu saat kru melakukan laporan, sampai dengan kru menyelesaikan semua tanggung jawabnya dalam penerbangan [5].

g. *Flight Time*

Flight time adalah periode waktu saat pesawat mulai bergerak dengan kemampuannya sendiri sampai dengan pesawat sampai di tempat tujuan dan pesawat terparkir dan mesin pesawat telah mati [5].

h. *Flight Crew*

Flight crew adalah kru penerbang yang terdiri dari pilot, teknisi penerbangan, navigator penerbangan yang ditugaskan dalam pesawat selama *flight time* [5].

i. *Flight Attendant*

Flight attendant adalah kru yang ditugaskan di dalam pesawat selama *flight time* dan bertanggung jawab terhadap keselamatan penumpang [5].

2.2 Multi Criteria Decision Making

MCDM adalah suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu. MCDM dibagi dalam dua model yaitu [6]:

- a. *Multiple Attribute Decision Making* (MADM) digunakan untuk menerangkan kelas atau kategori yang sama, yang berada dalam ruang diskret dan biasanya digunakan untuk seleksi terhadap beberapa

alternatif dalam jumlah yang terbatas. Metode AHP merupakan bagian dari teknik MADM.

- b. *Multiple Objective Decision Making* (MODM) digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah pada ruang kontinu (seperti masalah pada pemrograman matematis).

Ada beberapa fitur yang digunakan dalam MCDM, antara lain [6]:

1. Alternatif adalah objek-objek yang berbeda dan memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih oleh pengambil keputusan.
2. *Attribute* sering juga disebut karakteristik, komponen, atau kriteria keputusan. Meskipun pada kebanyakan kriteria bersifat satu level, namun tidak menutup kemungkinan adanya subkriteria yang berhubungan dengan kriteria yang diberikan.
3. Konflik antar kriteria, beberapa kriteria biasanya mempunyai konflik antara satu dengan yang lainnya, misalkan kriteria keuntungan akan mengalami konflik dengan kriteria biaya.
4. Bobot keputusan menunjukkan tingkat kepentingan relative terhadap suatu kriteria.
5. Matriks keputusan yang berukuran $m \times n$ berisi elemen-elemen x_{ij} yang merepresentasikan rating alternatif terhadap kriteria.

Kriteria merupakan ukuran, aturan-aturan ataupun standar-standar yang memandu suatu pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan dilakukan melalui pemilihan atau memformulasikan atribut-atribut, obyektif-obyektif, maupun tujuan-tujuan yang berbeda, maka atribut, obyektif maupun tujuan dianggap sebagai kriteria. Kriteria dibangun dari kebutuhan-kebutuhan dasar manusia serta nilai-nilai yang diinginkannya.

2.3 *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*

AHP merupakan suatu metode untuk pengambilan keputusan yang memiliki banyak kriteria terhadap alternatif yang ada, metode ini menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki [7]. Namun, AHP memungkinkan adanya ketergantungan input dari persepsi seorang pengambil keputusan yang dapat membuat hasil akhir dari metode ini tidak ada artinya jika pengambil keputusan tersebut memberikan penilaian yang salah. Sedangkan *fuzzy* melakukan penilaian dengan menggunakan kisaran (selang bilangan dengan memberikan batas bawah dan batas atas penilaian. Metode ini lebih fleksibel karena mengakomodir ketidakpastian dan mungkin yang terjadi dalam penilaian oleh berbagai pihak dengan keahlian dan kepentingan yang berbeda.

Pada metode fuzzy digunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN). TFN digunakan untuk menggambarkan variabel-variabel linguistik secara pasti. TFN disimbolkan dengan $l \leq m \leq u$ dimana :

l = nilai terendah

m = nilai tengah

u = nilai teratas

Semua penilaian tersebut diberikan oleh semua individu yang dilibatkan dalam pengambilan keputusan kelompok, yang kemudian oleh *fuzzy* AHP akan ditransformasi menjadi representasi bilangan *fuzzy* [8].

2.3.1 *Pengertian Himpunan dan Bilangan Fuzzy*

Teori himpunan *fuzzy* diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Teori ini merupakan kerangka matematis yang digunakan untuk merepresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, dan kekurangan informasi. Pada teori himpunan *fuzzy*, komponen utama yang sangat berpengaruh adalah fungsi keanggotaan. *Triangular Fuzzy Number* (TFN) digunakan untuk menggambarkan variabel-

variabel linguistik secara pasti. TFN (\widetilde{M}) digambarkan dalam bentuk kurva segitiga seperti pada Gambar 2.1.

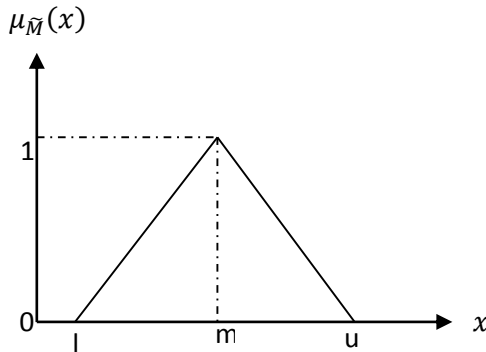
TFN terdiri dari 3 parameter yaitu $l, m, \text{ dan } u$ yang menyatakan nilai terendah, nilai tengah dan nilai tertinggi. Fungsi keanggotaannya adalah seperti berikut ini [9]:

$$\mu_{\widetilde{M}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & , l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & , m \leq x \leq u \\ 0 & , x \text{ yang lain} \end{cases} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$\mu_{\widetilde{M}}(x)$: Fungsi keanggotaan dari \widetilde{M}
 x : Skala TFN

Dimana l adalah nilai terendah atau batas bawah, u nilai tertinggi atau batas atas dan m adalah nilai tengah



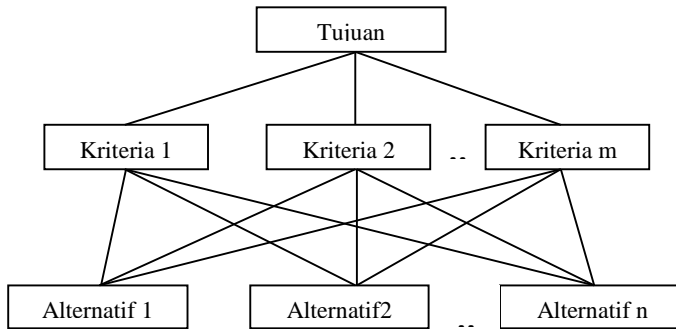
Gambar 2.1 Fungsi Keanggotaan dari TFN (\widetilde{M})

2.3.2 Penyelesaian dengan Metode Fuzzy AHP

Langkah-langkah analisis data menggunakan metode fuzzy AHP adalah sebagai berikut [10] :

1. Penyusunan Struktur Hierarki

Tujuan langkah ini adalah untuk mengidentifikasi interaksi ketergantungan yang ada sehingga permasalahan menjadi lebih jelas dan rinci. Struktur jaringan seperti pada Gambar 2.2 disusun berdasarkan pandangan oleh para ahli di bidang yang bersangkutan.



Gambar 2.3 Struktur Hierarki AHP

2. Pembobotan Masing-Masing Elemen

Pembobotan merupakan pemberian nilai masing-masing elemen terhadap tujuan pengambilan keputusan menggunakan metode perbandingan berpasangan. Data yang digunakan adalah hasil penilaian para ahli yang berupa nilai numerik.

Langkah awal untuk melakukan pembobotan adalah menghitung nilai matriks perbandingan berpasangan dengan mengubah nilai numerik menjadi nilai TFN dalam bentuk (l, m, u) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Sebagai contoh, apabila penilaian ahli (*expert*) adalah satu elemen lebih penting dari yang lain maka *expert* menuliskan angka 3 pada form penilaiannya. Kemudian hasil penilaian *expert* tersebut diubah menjadi nilai TFN dengan nilai $l = 1$, $m = 3/2$, $u = 2$ atau dapat dituliskan menjadi satu seperti yang ada pada Tabel 2.2 yaitu $(1, 3/2, 2)$.

Para pengambil keputusan disarankan untuk menggunakan variabel linguistik yang terdapat pada Tabel 2.1 untuk mengevaluasi kepentingan tiap kriteria atau elemen.

Tabel 2.1 Skala Numerik dan Skala linguistik untuk tingkat kepentingan [10]

Skala Numerik	Skala TFN	Invers Skala TFN	Definisi Variabel Linguistik
1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	Perbandingan dua kriteria yang sama
2	(1, 1, 3/2)	(2/3, 1, 1)	Satu elemen sedikit lebih penting dari yang lain
3	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)	Satu elemen lebih penting dari yang lain
4	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	Satu elemen sangat lebih penting dari yang lain
5	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)	Satu elemen mutlak lebih penting dari yang lain

Selanjutnya, mengalikan setiap nilai TFN lalu diakar sesuai dengan jumlah *expert*. Metode tersebut secara matematis dituliskan sebagai berikut :

$$\widetilde{w}_{ij} = (\widetilde{w}_{i1} \cdot \widetilde{w}_{i2} \dots \widetilde{w}_{iK})^{\frac{1}{K}} \quad (2.2)$$

Keterangan :

\widetilde{w}_{ij} : Elemen matriks perbandingan berpasangan

i : TFN, yaitu l, m, u

K : banyak *expert*

j : nilai TFN ke- j dengan $j = 1, 2, 3, \dots$

Berdasarkan pendekatan integrasi rata-rata *triangular fuzzy number*, sejumlah bilangan *fuzzy* $\tilde{C} = (l, m, u)$ dapat ditransformasikan menjadi bilangan *crisp* dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$P(\tilde{C}) = \frac{l + 4m + u}{6} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$P(\tilde{C})$: bilangan *crisp*

Langkah selanjutnya adalah membentuk matriks A , matriks W , dan matriks AR . Matriks A adalah matriks perbandingan berpasangan yang sudah ditransformasi menjadi bilangan *crisp*. Matriks W adalah matriks normalisasi yang didapatkan dengan menjumlahkan setiap kolom matriks A kemudian membagi setiap elemen matriks A dengan hasil penjumlahan tersebut sesuai kolomnya masing-masing. Matriks AR adalah matriks yang elemennya (ar_{i1}) merupakan rata-rata baris matriks normalisasi [9]. Bentuk matriks A , W , dan AR adalah seperti berikut ini :

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \frac{a_{12}}{\sum_{i=1}^n a_{i2}} & \cdots & \frac{a_{1n}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \\ \frac{a_{21}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \frac{a_{22}}{\sum_{i=1}^n a_{i2}} & \cdots & \frac{a_{2n}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \frac{a_{n2}}{\sum_{i=1}^n a_{i2}} & \cdots & \frac{a_{nn}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \end{bmatrix}$$

$$AR = \begin{bmatrix} ar_{11} \\ ar_{21} \\ \vdots \\ ar_{n1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sum_{i=1}^n w_{1i}}{n} \\ \frac{\sum_{i=1}^n w_{2i}}{n} \\ \vdots \\ \frac{\sum_{i=1}^n w_{ni}}{n} \end{bmatrix}$$

Keterangan :

A : Matriks perbandingan berpasangan

a_{ij} : Elemen matriks A

W : Matriks normalisasi

w_{ij} : Elemen matriks W

AR : Matriks rata-rata baris matriks W

ar_{i1} : Elemen matriks AR

n : Banyaknya elemen yang dibandingkan

Langkah berikutnya adalah menghitung λ_{max} sehingga diperlukan matriks B dan C. Matriks B merupakan perkalian antara elemen dari kolom matriks A (a_{ij}) dengan elemen matriks AR (ar_{i1}). Sedangkan matriks C (c_{i1}) merupakan penjumlahan tiap baris Matriks B. λ_{max} merupakan nilai eigen yang dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 2.4 [11]

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} \cdot ar_{11} & a_{12} \cdot ar_{21} & \cdots & a_{1n} \cdot ar_{n1} \\ a_{21} \cdot ar_{11} & a_{22} \cdot ar_{21} & \cdots & a_{2n} \cdot ar_{n1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} \cdot ar_{11} & a_{n2} \cdot ar_{21} & \cdots & a_{nn} \cdot ar_{n1} \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} \\ c_{21} \\ \vdots \\ c_{i1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n b_{1i} \\ \sum_{i=1}^n b_{2i} \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^n b_{ni} \end{bmatrix}$$

Keterangan :

B : Matriks perkalian a_{ij} dengan ar_{i1}

b_{ij} : Elemen matriks B

C : Matriks penjumlahan tiap baris Matriks B

c_{i1} : Elemen matriks C

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c_{i1}}{ar_{i1}}}{n} \quad (2.4)$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung konsistensi. Untuk menghitung CI digunakan rumus pada Persamaan 2.5. Sedangkan untuk menghitung CR digunakan Persamaan 2.6, dengan nilai *Index Random* (IR) dapat dilihat pada Tabel 2.3.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.5)$$

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (2.6)$$

Keterangan :

λ_{max} : Eigen value maksimum

CI : Consistency Index

CR : Consistency Ratio

IR : Index Random

Tabel 2.2 Nilai *Index Random* [7]

Ordo Matriks	1	2	3	4	5
IR	0	0	0.58	0.90	1.12
Ordo Matriks	6	7	8	9	10
IR	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Uji konsistensi dibutuhkan dalam pengambilan keputusan yaitu untuk mengetahui seberapa baik konsistensi matriks perbandingan berpasangan yang berasal dari penilaian persepsi manusia. Penilaian dari para pengambil keputusan dikatakan konsisten dan dapat diterima jika nilai $CR \leq 0.1$ [2].

Selanjutnya dilakukan pembobotan menggunakan pendekatan *Fuzzy AHP* dengan mengadopsi metode dari Chang [11]. Tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Langkah 1 : Menghitung nilai sintesis *fuzzy* untuk objek ke- i yang didefinisikan sebagai berikut

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (2.8)$$

Keterangan :

g_i : himpunan tujuan ($i= 1, 2, 3, \dots, n$)

M_{gi}^j : nilai *triangular fuzzy number* ($j= 1, 2, 3, \dots, m$)

Untuk memperoleh M_{gi}^j , maka dilakukan operasi penjumlahan nilai sintesis *fuzzy m* pada matriks perbandingan berpasangan seperti persamaan berikut :

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_i, \sum_{j=1}^m m_i, \sum_{j=1}^m u_i \right) \quad (2.9)$$

Keterangan :

l_i : nilai terendah ke-i

m_i : nilai tengah ke-i

u_i : nilai teratas ke-i

Dan untuk memperoleh $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$, dilakukan operasi penjumlahan *fuzzy* dari nilai $M_{gi}^j (j = 1, 2, \dots, m)$ seperti berikut:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (2.10)$$

Untuk menghitung invers dari persamaan (2.10) yaitu :

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (2.11)$$

Langkah 2 : Menghitung derajat kemungkinan dari $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ yang didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.12)$$

dengan d adalah ordinat dari titik potong tertinggi D antara μ_{M_1} dan μ_{M_2} . Oleh karena itu untuk perbandingan dihitung keduanya $V(M_2 \geq M_1)$ dan $V(M_1 \geq M_2)$.

Langkah 3 : Jika derajat kemungkinan untuk bilangan *fuzzy* konveks yang lebih besar dari bilangan k *fuzzy* konveks $M_i = (i = 1, 2, \dots, k)$ maka nilai vektor dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) \\ &= V[(M \geq M_1) \text{ dan } (M \geq M_2) \dots (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i) \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (2.13) \end{aligned}$$

Asumsikan bahwa

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (2.13)$$

Keterangan:

$d'(A_i)$: Nilai ordinat elemen keputusan ke- i

S_i : Nilai sintesis *fuzzy* matriks berpasangan ke- i

$k : 1, 2, \dots, n ; k \neq i.$

Maka diperoleh nilai bobot vektor

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (2.14)$$

dimana $A_i = 1, 2, \dots, n$ adalah n elemen keputusan.

Langkah 4 : Normalisasi nilai bobot vektor tersebut sehingga didapat nilai bobot vektor yang ternormalisasi sebagai berikut :

$$W_f = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (2.15)$$

dimana W_f adalah bilangan non *fuzzy*

Representasi dari nilai W_f menunjukkan bobot dari setiap alternatif dan kriteria. Hasil bobot yang sudah diperoleh digunakan untuk menganalisis.

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan metode penelitian yang digunakan dalam Tugas Akhir agar proses pengerjaan dapat terstruktur dengan baik dan dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Metode penelitian ini terdiri dari lima tahapan yaitu studi pendahuluan dan literatur, studi lapangan, pengumpulan data, pengolahan data dengan analisis kriteria dan *Fuzzy AHP*, analisis hasil dan simulasi, penarikan kesimpulan serta pembuatan laporan.

3.1 Studi Pendahuluan dan Literatur

Agar dapat mencapai tujuan dan menyelesaikan permasalahan yang ada di dalam Tugas Akhir ini, maka diperlukan studi pendahuluan dan literatur yang terkait judul yang diangkat. Pada tahap ini dilakukan observasi dan identifikasi permasalahan, mempelajari beberapa hal-hal baru mengenai dunia penerbangan, serta studi mengenai metode *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP). Pembelajaran didapatkan baik dari buku-buku literatur, paper, jurnal, maupun artikel di internet.

3.2 Studi Lapangan

Untuk menunjang proses pengerjaan, perlu dilakukan studi lapangan, yakni mencari data dan informasi yang ada di PT X, data penunjang lain dari *website* Dinas Perhubungan serta tinjauan pustaka dari BPS (Badan Pusat Statistik) terkait judul usulan Tugas Akhir

3.3 Pengumpulan Data

Setelah kedua tahap tersebut dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data.

Tahap 1: Diperoleh dari PT X, *website* Dinas Perhubungan, dan tinjauan pustaka dari BPS (Badan Pusat

Statistik). Data CROPA, jadwal penerbangan, dan jarak *crew base* ke masing-masing rute, adalah data yang didapat dari PT X, serta data-data penunjang lain seperti data fasilitas kota, pengeluaran perkapita, dan tingkat keamanan kota didapat dari BPS. Data terkait kondisi masing-masing bandara didapat dari *website* Dinas Perhubungan. Data- data tersebut kemudian diidentifikasi sehingga didapat kriteria, sub-kriteria, serta alternatif.

- Tahap 2: Pembuatan struktur hirarki dari tahap pertama, yang terdiri dari *goal* atau tujuan yang ingin dicapai berada di posisi paling atas, kemudian kriteria dan sub-kriteria yang menjadi pertimbangan, kemudian terakhir adalah pilihan alternatif.
- Tahap 3: Penyusunan dan pembuatan kuisioner atau form penilaian berdasarkan subkriteria terhadap subkriteria dan alternatif terhadap alternatif. Form tersebut diisi oleh divisi-divisi pada PT. X yang berhubungan dengan pemilihan penempatan *crewbase* sebagai *expert*.

3.4 Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data menggunakan fuzzy AHP serta analisis masing- masing sub kriteria:

- Tahap 1 : Analisis kriteria berdasarkan form yang telah diisi oleh *expert* mengenai pengaruh dari masing-masing sub kriteria terhadap pemilihan penempatan *crew base*.
- Tahap 2 : Form yang telah diisi oleh *expert* atau responden mengenai tingkat kepentingan subkriteria terhadap subkriteria dan alternatif terhadap alternatif diolah dengan cara mengubah hasil penilaian yang berupa nilai numerik ke dalam nilai TFN.
- Tahap 3 : Hasil tersebut ditransformasikan menjadi bilangan crisp, kemudian ditabelkan dan dibentuk matriks

perbandingan berpasangan, matriks normalisasi dan matriks rata-rata baris matriks normalisasi.

Tahap 4 : Selanjutnya dibentuk matriks perkalian a_{ij} dengan ar_{i1} , kemudian menjumlahkan tiap barisnya. Berikutnya menghitung λ_{max} dan *Consistency Index*.

Tahap 5 : Untuk matriks perbandingan berpasangan, dilakukan uji konsistensi di mana nilai dari *Consistency Ratio* harus $\leq 10\%$ yang berarti data sudah konsisten dan dapat diterima. Jika tidak, dilakukan pengambilan data ulang hingga mencapai konsistensi yang dimaksud.

Tahap 6 : Membuat simulasi program menggunakan *software* Matlab.

Pada penelitian ini, kriteria dan atribut yang digunakan dalam proses pemilihan penempatan *crew base* adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kriteria dan Sub Kriteria Pemilihan Penempatan *Crew Base*

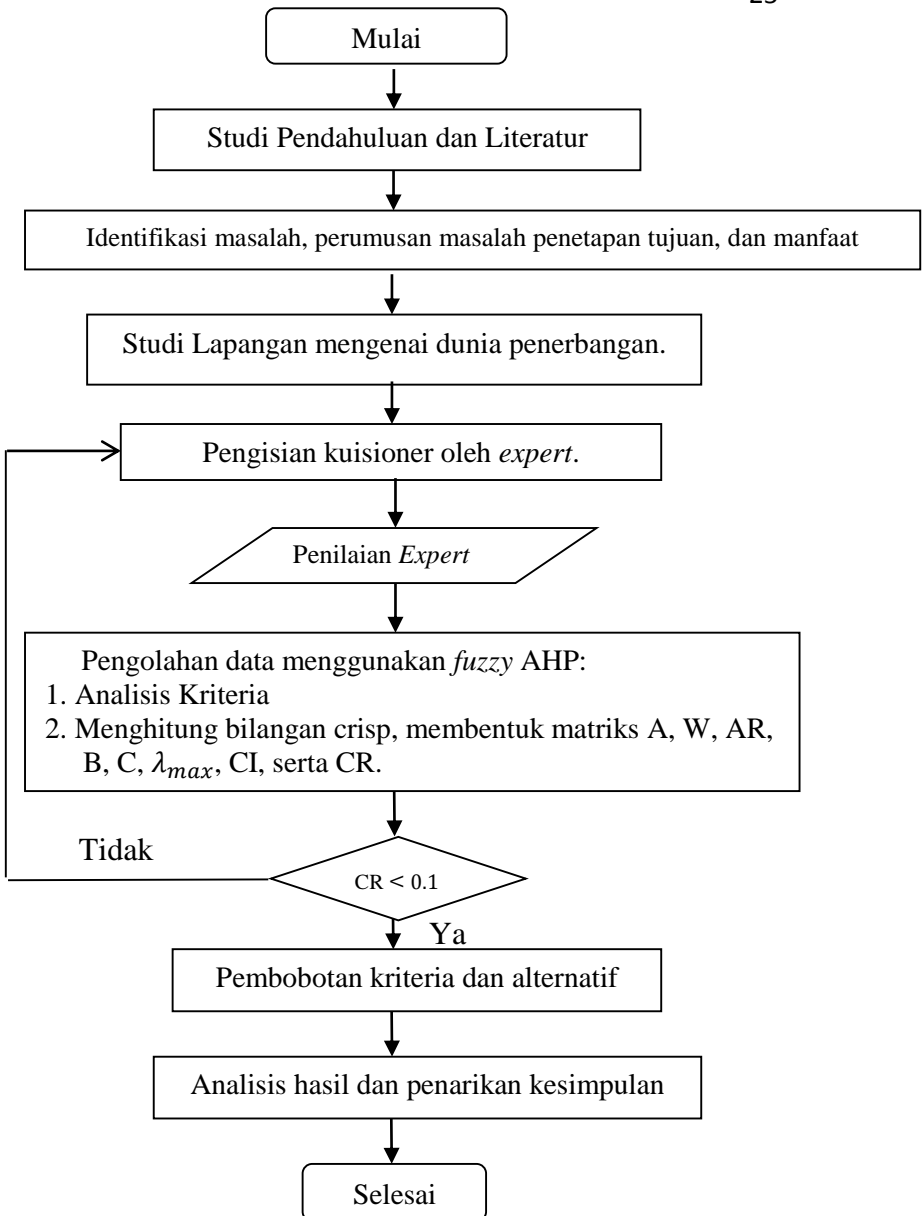
Kriteria	Subkriteria
Konektivitas	Konektivitas ke masing-masing rute
	Frekuensi <i>direct flight</i>
	Jarak <i>crewbase</i> ke masing-masing rute
Jarak Bandara	Jarak bandara ke pusat kota
Jumlah penumpang	Jumlah penumpang
Rute	Jumlah rute yang terlayani tanpa <i>rest</i>
Tingkat keamanan Kota	Tingkat keamanan kota

Tabel 3.1 Lanjutan Kriteria dan Sub Kriteria Pemilihan Penempatan *Crew Base*

Kriteria	Subkriteria
Fasilitas Kota	Fasilitas kesehatan
	Fasilitas pendidikan
Pengeluaran Perkapita	Pengeluaran perkapita

3.5 Tahap Analisis dan Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data, sehingga diperoleh hasil pemenuhan kriteria-kriteria pada masing-masing alternatif dalam bentuk bobot kriteria dalam masing-masing alternatif. Dari hasil pembobotan ini akan didapatkan alternatif terbaik untuk pemilihan penempatan *crew base*.



Gambar 3.1 Alur Metode Penelitian

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai langkah-langkah penyelesaian dengan metode analisis kriteria dan *Fuzzy AHP* dalam memberikan hasil analisa terhadap pemilihan *crew base* di PT. Garuda Indonesia.

4.1 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan sebagai pertimbangan para ahli dalam pengisian kuisioner terdiri dari data. CROPA untuk pilot pesawat jenis ATR, penerbangan domestik, jarak calon *crew base* ke masing-masing rute, jarak bandara ke pusat kota, jumlah penumpang di masing-masing bandara, tingkat keamanan kota, fasilitas kesehatan, fasilitas pendidikan, serta pengeluaran perkapita di masing-masing kota. Data-data tersebut dapat dilihat pada Lampiran A.

Tabel 4.1 Data Alternatif Calon *Crew base*

No	Kode	Calon <i>Crew base</i>
1	A1	Makassar
2	A2	Tangerang
3	A3	Denpasar
4	A4	Surabaya
5	A5	Balikpapan

Data alternatif yang digunakan yaitu lima bandara di Indonesia, kelima calon *crew base* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

4.2 Analisis Kriteria

Analisis kriteria dilakukan terhadap masing-masing subkriteria yang mempengaruhi pemilihan *crew base*. Analisis kriteria ini didapatkan dari pendapat para *expert*. Dalam

pemilihan *crew base* ini terdapat 10 subkriteria yang akan digunakan, yaitu :

Tabel 4.2 Analisis Sub Kriteria

KODE	SUB KRITERIA	ANALISIS SUB KRITERIA
K1	Konektivitas ke masing-masing rute penerbangan	Sebagai calon <i>crew base</i> harus mampu melayani rute-rute penerbangan yang ada. Kemampuan pelayanan ini dimaksudkan agar saat terjadi <i>direct flight</i> perusahaan dapat mengurangi lama jam kerja pilot yang sebelumnya disebabkan <i>Dead Heading Crew</i> . Konektivitas ke masing-masing rute berhubungan dengan efektivitas jam kerja pilot.
K2	Frekuensi penerbangan (<i>Direct Flight</i>)	Frekuensi <i>direct flight</i> berpengaruh dalam pemilihan calon <i>crew base</i> , karena semakin banyak frekuensi <i>direct flight</i> dari <i>crew base</i> ke masing-masing rute, maka <i>crew base</i> tersebut dikatakan lebih fleksibel. Semakin fleksibel suatu <i>crew base</i> akan semakin memudahkan dalam <i>supply aircrew</i> , sehingga jeda waktu yang dibutuhkan untuk <i>supply aircrew</i> semakin sedikit.

KODE	SUB KRITEKRIA	ANALISIS SUB KRITERIA
K3	Jarak <i>crew base</i> ke masing-masing rute	Salah satu kriteria dalam pemilihan <i>crew base</i> adalah jarak <i>crew base</i> ke masing-masing rute. Jarak ini menunjukkan apakah lokasi <i>crew base</i> tersebut strategis atau tidak. Semakin strategis letak suatu <i>crew base</i> maka waktu yang dibutuhkan untuk <i>supply aircrew</i> akan lebih pendek, sehingga waktu yang dihabiskan <i>aircrew</i> sebagai <i>Dead Heading Crew</i> akan lebih sedikit.
J1	Jarak bandara dari pusat kota	Kesejahteraan dan pemenuhan fasilitas yang layak adalah salah satu kriteria yang dibutuhkan dalam pemilihan <i>crew base</i> , karena fasilitas yang ada di pusat kota mempengaruhi kesejahteraan hidup pilot., selain itu jarak bandara ke pusat kota ini mempengaruhi jam kerja
T1	Jumlah Penumpang	Tingkat kepadatan penerbangan di suatu bandara menunjukkan tingkat produktivitas di bandara tersebut. Semakin banyak jumlah penumpang berarti semakin banyak penerbangan yang dilayani di bandara tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa calon <i>crew base</i> akan baik jika berada di region ini.

KODE	SUB KRITERIA	ANALISIS SUB KRITERIA
R1	Rute yang dapat terlayani tanpa <i>rest</i>	Berdasarkan data <i>CROPA (Crew Operating Pattern)</i> yang ada, dapat dihitung lama jam kerja pilot jika berangkat dari masing-masing calon <i>crew base</i> . Dari data ini akan terlihat banyak rute yang mampu dilayani tanpa <i>rest</i> terlebih dahulu. Jika jam kerja pilot mencukupi untuk memulai penerbangan tanpa <i>rest</i> terlebih atau dengan kata lain FDT pilot mencukupi maka jam kerja pilot akan semakin optimal dan tidak dibutuhkan <i>refresh</i> FDT terlebih dahulu.
S1	Potensi penduduk terkena tindak pidana	Pemilihan area <i>crew base</i> berhubungan dengan pemilihan tempat tinggal pilot. Tingkat keamanan berhubungan dengan kenyamanan tinggal pilot, tingkat keamanan disini digambarkan dengan potensi penduduk terkena tindak pidana.
F1	Fasilitas Kesehatan	Fasilitas kesehatan adalah salah satu kebutuhan yang harus terpenuhi. Pemilihan region homebase ini harus didasarkan pada terpenuhinya fasilitas kesehatan yang memadai agar penanganan kesehatan dapat dipenuhi dengan baik.

KODE	SUB KRITERIA	ANALISIS SUB KRITERIA
F2	Fasilitas Sekolah	Fasilitas sekolah adalah salah satu kebutuhan yang harus terpenuhi. Pemilihan region homebase ini harus didasarkan pada terpenuhinya fasilitas sekolah yang memadai agar pemenuhan pendidikan (untuk keluarga pilot) dapat dipenuhi dengan baik.
P1	Pengeluaran perkapita	Pengeluaran perkapita berhubungan dengan biaya yang dibutuhkan untuk perawatan dan penjagaan <i>crew base</i> yang dibayarkan kepada karyawan. Semakin tinggi tingkat pengeluaran perkapita maka akan semakin tinggi pula biaya yang harus dibayarkan kepada karyawan.

4.3 *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* dalam Pemilihan *Crew Base*

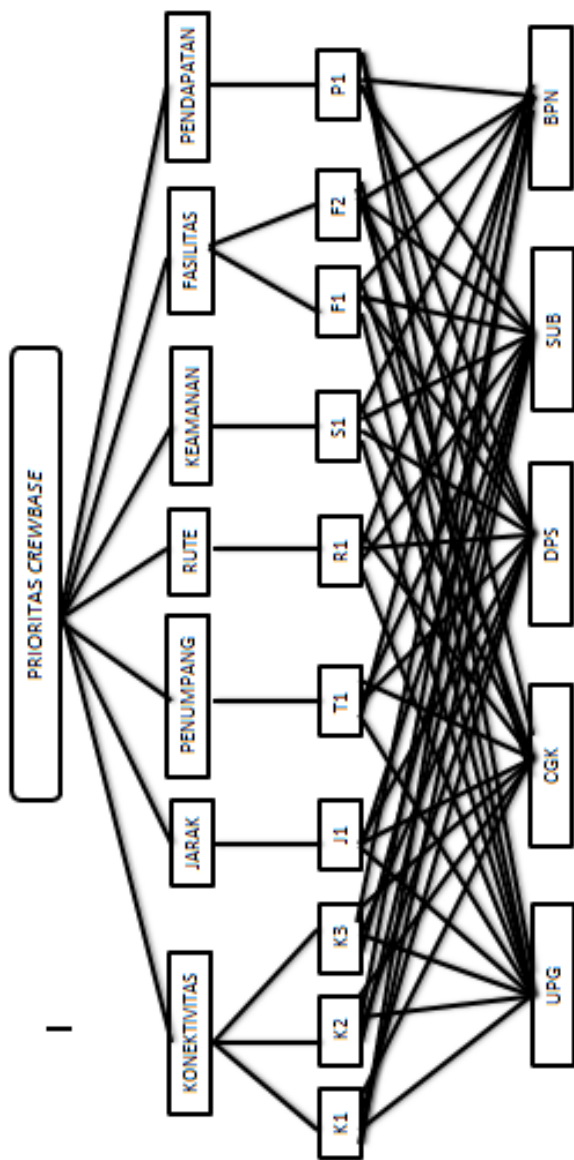
Penyelesaian dari permasalahan pada Tugas Akhir ini tidak hanya menggunakan data yang bersifat kuantitatif, namun juga menggunakan data kualitatif. Data kualitatif diperoleh dari data hasil pengisian form penilaian antar kriteria dan antar alternatif terhadap setiap subkriteria yang dilakukan oleh *expert*. *Expert* untuk tugas akhir ini adalah seseorang yang ahli dalam bidang pemilihan *crew base*. Form penilaian oleh para *expert* dapat dilihat pada Lampiran B.

4.3.1 Menyusun Hierarki

AHP merupakan suatu metode untuk pengambilan keputusan yang memiliki banyak kriteria terhadap alternatif yang ada, metode ini menguraikan masalah multi faktor atau

multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki yang ada pada Gambar 4.1. Dalam struktur hierarki terdapat tiga level, dimana level 1 adalah prioritas *crew base*, level 2 adalah kriteria dan subkriteria yang berasal dari hasil analisis yang sudah dibahas sebelumnya, sedangkan level 3 berisi alternatif yang terdiri dari lima calon *crew base*.

Dalam pengambilan keputusan terhadap pemilihan penempatan *crew base* ditentukan berdasarkan pemenuhan bobot masing-masing kriteria dan alternatif. Kriteria dan subkriteria didapatkan dari hasil analisis yang telah dibahas sebelumnya. Garis-garis penghubung antar elemen menunjukkan adanya hubungan antar elemen.



Gambar 4.1 Struktur Hierarki AHP

4.3.2 Pembobotan Masing-Masing Elemen

Setelah melakukan penyusunan struktur hierarki, dilakukan pembobotan masing-masing elemen menggunakan perhitungan *fuzzy* AHP. Pembobotan ini bertujuan untuk mengetahui bobot masing-masing kriteria terhadap kriteria dan alternatif terhadap alternatif dengan asumsi tidak ada hubungan ketergantungan antar kriteria.

a. Perhitungan Perbandingan antar Kriteria

Dalam tugas akhir ini, terdapat tujuh kriteria yaitu konektivitas, jarak bandara, jumlah penumpang, rute yang dapat terlayani tanpa *rest*, tingkat keamanan kota, fasilitas kota, dan pengeluaran perkapita di masing-masing kota. Perhitungan perbandingan antar kriteria ini bertujuan untuk membandingkan setiap faktor yang ada di dalam setiap kriteria tersebut.

Terdapat tiga subkriteria dalam konektivitas, sehingga ukuran matriks untuk konektivitas adalah 3×3 . Dengan kata lain, n untuk konektivitas sama dengan 3. Terdapat satu subkriteria dalam jarak bandara, sehingga ukuran matriks untuk jarak bandara adalah 1×1 . Dengan kata lain, n untuk subkriteria jarak bandara adalah 1. Terdapat satu subkriteria dalam jumlah penumpang, sehingga ukuran matriks untuk jumlah penumpang adalah 1×1 . Dengan kata lain, n untuk jumlah penumpang sama dengan 1. Terdapat satu subkriteria dalam rute yang dapat terlayani tanpa *rest*, sehingga ukuran matriks untuk rute yang dapat terlayani tanpa *rest* adalah 1×1 . Dengan kata lain, n untuk rute yang dapat terlayani tanpa *rest* adalah 1. Terdapat satu subkriteria dalam tingkat keamanan kota, sehingga ukuran matriks untuk tingkat keamanan adalah 1×1 . Dengan kata lain, n untuk tingkat keamanan kota sama dengan 1. Sedangkan terdapat dua subkriteria dalam fasilitas kota, sehingga ukuran matriks untuk fasilitas kota adalah 2×2 . Dengan kata lain, n untuk fasilitas kota sama dengan 2.

Dalam melakukan perbandingan antar kriteria disajikan dalam bentuk form penilaian. Contoh pertanyaan yang disajikan dalam form penilaian adalah: Bagaimana tingkat kepentingan berdasarkan skala kepentingan AHP untuk frekuensi *direct flight* yang tinggi dibandingkan dengan jarak *crew base* ke masing-masing rute. Sebagai contoh untuk *expert* pertama dan kedua dalam memberikan nilai perbandingan antara konektivitas ke masing-masing rute penerbangan dengan Frekuensi penerbangan (*direct flight*) adalah Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lain, sehingga berdasarkan Tabel 2.2 diberi nilai numerik 2. Berdasarkan Tabel 2.2, TFN untuk nilai numerik 1 adalah $(1, 1, 3/2)$. Sedangkan untuk perbandingan tingkat kepentingan antara kriteria frekuensi penerbangan (*direct flight*) dengan konektivitas ke masing-masing rute penerbangan adalah invers dari *triangular fuzzy number*.

Setelah dilakukan uji konsistensi untuk masing-masing *expert* tersebut akan dihitung uji konsistensi untuk kesemua *expert*. Untuk menghitung konsistensi kesemua *expert* pertama akan dicari nilai l , m , dan u . Untuk menghitung rata-rata nilai TFN setiap kriteria menggunakan Persamaan (2.2) yaitu dengan mengalikan masing-masing nilai satu sama lain kemudian hasil perkalian tersebut diakar dengan banyaknya *expert*.

Misalnya, nilai untuk l pada konektivitas ke masing-masing rute penerbangan dengan konektivitas ke masing-masing rute penerbangan, perhitungan nya adalah :

$$\tilde{w}_{l3} = (1.1.1)^{\frac{1}{3}} = 1$$

Nilai untuk m pada konektivitas ke masing-masing rute penerbangan dengan konektivitas ke masing-masing rute penerbangan, perhitungan nya adalah :

$$\tilde{w}_{m3} = (1.1.1)^{\frac{1}{3}} = 1$$

Nilai untuk u pada konektivitas ke masing-masing rute penerbangan dengan konektivitas ke masing-masing rute penerbangan, perhitungannya adalah :

$$\tilde{w}_{u3} = (1.1.1)^{\frac{1}{3}} = 1$$

Sehingga nilai matriks perbandingan berpasangan pada konektivitas ke masing-masing rute penerbangan dengan konektivitas ke masing-masing rute penerbangan adalah (1, 1, 1). Dengan cara yang sama, dapat dicari matriks perbandingan berpasangan untuk setiap subkriteria.

Elemen matriks A dihitung dari penilaian ketiga *expert* dengan melakukan defuzzyfikasi terhadap nilai matriks perbandingan berpasangan rata-rata menggunakan Persamaan (2.3). Nilai yang dihasilkan menggunakan Persamaan (2.3) disebut bilangan crisp. Misalkan nilai perbandingan berpasangan rata-rata pada konektivitas ke masing-masing rute penerbangan (K1) terhadap konektivitas ke masing-masing rute penerbangan (K1) adalah (1,1,1) maka perhitungannya bilangan crispnya :

$$a_{ij} = \frac{l_{ij} + 4m_{ij} + u_{ij}}{6}$$

$$a_{11} = \frac{1 + 4(1) + 1}{6} = 1$$

Dengan cara yang sama, dapat diperoleh bilangan crisp (a_{ij}) untuk kriteria yang lain. Bilangan-bilangan crisp tersebut digunakan untuk membentuk matriks A. Sehingga didapatkan matriks A sebagai berikut ini.

$$A = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.0517 & 1.0000 & 2.0000 & 1.1398 & 1.0241 & 1.1702 & 1.2050 & 1.2050 & 1.3431 \\ 0.9605 & 1.000 & 1.0241 & 1.8166 & 1.1398 & 1.0241 & 1.0241 & 1.0833 & 1.0833 & 1.2050 \\ 1.0000 & 0.9789 & 1.0000 & 1.6505 & 1.3048 & 1.1398 & 1.1398 & 1.2050 & 1.2050 & 1.3431 \\ 0.5111 & 0.5659 & 0.6268 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0241 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 \\ 0.8813 & 0.8813 & 0.7804 & 1.0000 & 1.0000 & 1.2569 & 1.2897 & 1.4373 & 1.4373 & 1.4373 \\ 0.9789 & 0.9789 & 0.8813 & 1.0000 & 0.7975 & 1.0000 & 1.6281 & 1.6281 & 1.6281 & 1.6281 \\ 0.8646 & 0.9789 & 0.8813 & 0.9789 & 0.7820 & 0.6262 & 1.0000 & 1.1702 & 1.1702 & 1.1702 \\ 0.8500 & 0.9445 & 0.8500 & 1.0000 & 0.7053 & 0.6262 & 0.8646 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 \\ 0.8500 & 0.9445 & 0.8500 & 1.0000 & 0.7053 & 0.6262 & 0.8646 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 \\ 0.7672 & 0.8500 & 0.7672 & 1.0000 & 0.7053 & 0.6262 & 0.8648 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dibentuk matriks W yang merupakan matriks normalisasi dari matriks A . Setiap elemen dari matriks W didapatkan melalui perhitungan seperti telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Sebagai contoh elemen w_{11} dihitung sebagai berikut

$$w_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

$$w_{11} = \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^{10} a_{i1}} = \frac{1}{8.664} = 0.1154$$

Dengan cara yang sama, akan diperoleh seluruh nilai w_{ij} . Sehingga didapatkan matriks W sebagai berikut.

$$W = \begin{bmatrix} 0.1154 & 0.1146 & 0.1155 & 0.1607 & 0.1228 & 0.1144 & 0.1077 & 0.1027 & 0.1027 & 0.1108 \\ 0.1109 & 0.1090 & 0.1182 & 0.1460 & 0.1228 & 0.1144 & 0.0942 & 0.0924 & 0.0924 & 0.0994 \\ 0.1154 & 0.1067 & 0.1155 & 0.1326 & 0.1406 & 0.1274 & 0.1049 & 0.1027 & 0.1027 & 0.1108 \\ 0.0590 & 0.0617 & 0.0724 & 0.0803 & 0.1078 & 0.1117 & 0.0942 & 0.0853 & 0.0853 & 0.0825 \\ 0.1017 & 0.0961 & 0.0901 & 0.0803 & 0.1078 & 0.1404 & 0.1186 & 0.1225 & 0.1225 & 0.1185 \\ 0.1130 & 0.1067 & 0.1018 & 0.0803 & 0.0859 & 0.1117 & 0.1498 & 0.1388 & 0.1388 & 0.343 \\ 0.0998 & 0.1067 & 0.1018 & 0.0787 & 0.0843 & 0.0700 & 0.0920 & 0.0998 & 0.0998 & 0.0965 \\ 0.0981 & 0.1029 & 0.0981 & 0.0803 & 0.0760 & 0.0700 & 0.0795 & 0.0853 & 0.0853 & 0.0825 \\ 0.0981 & 0.1029 & 0.0981 & 0.0803 & 0.0760 & 0.0700 & 0.0795 & 0.0853 & 0.0853 & 0.0825 \\ 0.0885 & 0.0926 & 0.0886 & 0.0803 & 0.0760 & 0.0700 & 0.0795 & 0.0853 & 0.0853 & 0.0825 \end{bmatrix}$$

Rata-rata baris dari matriks normalisasi W direpresentasikan pada matriks AR . Sebagai contoh elemen ar_1 dihitung dengan cara sebagai berikut

$$ar_{i1} = \frac{\sum_{i=1}^n w_{1i}}{n}$$

$$ar_{11} = \frac{\sum_{i=1}^{10} w_{1i}}{10} = \frac{1.1673}{10} = 0.1167$$

Dengan cara yang sama, akan diperoleh seluruh nilai ar_{i1} . Sehingga didapatkan matriks AR sebagai berikut.

$$AR = \begin{bmatrix} 0.1167 \\ 0.1100 \\ 0.1159 \\ 0.0840 \\ 0.1099 \\ 0.1161 \\ 0.0929 \\ 0.0858 \\ 0.0858 \\ 0.0829 \end{bmatrix}$$

Untuk mendapatkan nilai λ_{maks} , dibentuk suatu matriks $B_{10 \times 10}$ di mana elemennya merupakan perkalian antara elemen dari tiap kolom matriks A dengan tiap baris matriks AR . Sebagai contoh :

$$b_{ij} = a_{ij} \times ar_{i1}$$

$$b_{11} = a_{11} \cdot ar_{11} = 1(0.1167) = 0.1167$$

Dengan cara yang sama, akan diperoleh seluruh nilai b_{ij} . Sehingga didapatkan matriks B sebagai berikut:

$$B = \begin{bmatrix} 0.1167 & 0.1157 & 0.1159 & 0.160 & 0.1252 & 0.1189 & 0.1087 & 0.1304 & 0.1304 & 0.1113 \\ 0.1121 & 0.1100 & 0.1187 & 0.1526 & 0.1252 & 0.1189 & 0.0952 & 0.0930 & 0.0930 & 0.0998 \\ 0.1167 & 0.1076 & 0.1159 & 0.1387 & 0.1434 & 0.1323 & 0.1059 & 0.1034 & 0.1304 & 0.1113 \\ 0.0597 & 0.0622 & 0.0727 & 0.0840 & 0.1099 & 0.1161 & 0.0952 & 0.0858 & 0.0858 & 0.0829 \\ 0.1029 & 0.0969 & 0.0969 & 0.0840 & 0.1099 & 0.1459 & 0.1198 & 0.1233 & 0.1233 & 0.1191 \\ 0.1143 & 0.1076 & 0.1022 & 0.0840 & 0.0876 & 0.1161 & 0.1513 & 0.1397 & 0.1397 & 0.1349 \\ 0.1009 & 0.1076 & 0.1022 & 0.0822 & 0.0859 & 0.0727 & 0.0929 & 0.1004 & 0.1004 & 0.0970 \\ 0.0992 & 0.1039 & 0.0985 & 0.0840 & 0.0775 & 0.0727 & 0.0803 & 0.0858 & 0.0858 & 0.0829 \\ 0.0992 & 0.1039 & 0.0985 & 0.0840 & 0.0775 & 0.0727 & 0.0803 & 0.0858 & 0.0858 & 0.0829 \\ 0.0896 & 0.0935 & 0.0889 & 0.0840 & 0.0775 & 0.0727 & 0.0803 & 0.0858 & 0.0858 & 0.0829 \end{bmatrix}$$

Setiap elemen pada masing-masing baris matriks B dijumlahkan sehingga membentuk matriks C . Sebagai contoh hasil penjumlahan baris pertama elemen c_1 yaitu

$$c_{i1} = \sum_{i=1}^n b_{1i}$$

$$c_{11} = \sum_{i=1}^{10} b_{1i} = 0.1167 + 0.1157 + 0.1159 + 0.1680 + 0.1252$$

$$+ 0.1189 + 0.1087 + 0.1034 + 0.1034 + 0.1113$$

$$= 1.1873$$

Dengan cara yang sama, akan diperoleh seluruh nilai c_{i1} . Sehingga didapatkan matriks C berikut ini.

$$C = \begin{bmatrix} 1.1873 \\ 1.1185 \\ 1.1736 \\ 0.8542 \\ 1.1157 \\ 1.1774 \\ 0.9423 \\ 0.8706 \\ 0.8706 \\ 0.8410 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya didapatkan nilai λ_{maks} dengan menggunakan persamaan (2.4).

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c_{i1}}{ar_{i1}}}{n} = \frac{101.5562}{10} = 10.1556$$

Nilai CI (*Concistency Index*) dan CR (*Concistency Ratio*) dihitung menggunakan persamaan (2.5) dan (2.6). Karena memiliki sepuluh faktor, maka nilai IR (*Index Random*) untuk ordo matriks berukuran 10 berdasarkan Tabel 2.3 adalah sebesar 1.490.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{10.1556 - 10}{10 - 1} = 0.0173$$

$$CR = \frac{CI}{IR} = \frac{0.0173}{1.490} = 0.0116$$

Karena nilai dari $CR = 0.0116 \leq 0.1$, maka penilaian matriks perbandingan berpasangan rata-rata dari semua *expert* dinyatakan konsisten dan dapat diterima.

Selanjutnya dilakukan pembobotan menggunakan pendekatan *Fuzzy AHP*. Tahapan yang dilakukan untuk menghitung bobot dari setiap subkriteria adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Menentukan nilai sintesis *fuzzy*.

Perhitungan nilai sintesis *fuzzy* menggunakan Persamaan (2.8). Untuk mempermudah perhitungan nilai sintesis *fuzzy* terlebih dahulu menentukan nilai dari penjumlahan baris dalam matriks perbandingan berpasangan menggunakan Persamaan (2.9).

Misalnya, cara menghitung penjumlahan baris pada masing-masing keanggotaan bilangan *fuzzy* untuk konektivitas ke masing-masing rute. Penjumlahan baris pada masing-masing keanggotaan bilangan *fuzzy* dalam K1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{10} l_i &= 1 + 1 + 1 + 1.5 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 \\ &= 10.5 \\ \sum_{i=1}^{10} m_i &= 1 + 1 + 1 + 2 + 1.1447 + 1 + 1.1447 + 1.1447 \\ &\quad + 1.1447 + 1.3104 \\ &= 11.8892 \end{aligned}$$

$$\sum_{i=1}^{10} u_i = 1 + 1.3104 + 1 + 2.5 + 1.2599 + 1.1447 + 1.4422 \\ + 1.651 + 1.651 + 1.8171 = 14.7763$$

Keterangan :

l_i : nilai terendah ke i

m_i : nilai tengah ke i

u_i : nilai tertinggi ke i

Hasil penjumlahan baris untuk masing-masing faktor dalam subkriteria dihitung dengan cara seperti diatas dan hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Penjumlahan Baris untuk Setiap Sub Kriteria

Kriteria	Penjumlahan Baris		
	l	m	u
Konektivitas ke masing-masing rute	10,500	12,044	14,776
Frekuensi <i>direct flight</i>	10,074	11,107	13,666
Jarak <i>crew base</i> ke masing-masing rute	10,018	11,851	14,381
Jarak bandara dari pusat kota	8,295	8,656	9,449
Jumlah penumpang	9,941	11,540	13,041
Rute yang dapat terlayani tanpa <i>rest</i>	10,519	12,017	13,242
Tingkat keamanan kota	8,353	9,605	10,964
Fasilitas kesehatan	7,631	8,945	9,637
Fasilitas pendidikan	7,631	8,945	9,637
Pengeluaran perkapita	7,459	8,598	9,637

Tahap berikutnya adalah menentukan invers dari penjumlahan kolom keanggotaan bilangan *fuzzy* menggunakan Persamaan (2.11). Dalam perhitungan ini dilakukan penjumlahan kolom pada masing-masing keanggotaan bilangan *fuzzy*.

Diketahui nilai perbandingan berpasangan rata-rata disajikan dalam Tabel 4.3. Perhitungan penjumlahan kolom untuk bilangan fuzzy l adalah dengan menjumlah semua nilai l yang ada pada Tabel 4.3 Sehingga penjumlahan kolom pada masing-masing keanggotaan bilangan *fuzzy* dalam subkriteria dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij} &= \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} l_{ij} \\
&= (1 + 1 + 1 + 1.5 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 \\
&\quad + 1) \\
&\quad + (0.7632 + 1 + 1.31 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 \\
&\quad + 1) \\
&\quad + (1 + 0.8736 + 1 + 1.14447 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) \\
&\quad + (0.4 + 0.431 + 0.464 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) \\
&\quad + (0.794 + 0.794 + 0.63 + 1 + 1 + 1.145 + 1.145 + 1.145 + 1.145) \\
&\quad + (0.874 + 0.874 + 0.794 + 1 + 0.737 + 1 + 1.31 + 1.31 + 1.31 + 1.31) \\
&\quad + (0.693 + 0.874 + 0.794 + 0.874 + 0.644 + 0.474 + 1 + 1 + 1 + 1) \\
&\quad + (0.606 + 0.667 + 0.606 + 1 + 0.585 + 0.474 + 0.693 + 1 + 1 + 1) \\
&\quad + (0.606 + 0.667 + 0.606 + 1 + 0.585 + 0.474 + 0.693 + 1 + 1 + 1) \\
&\quad + (0.55 + 0.606 + 0.55 + 1 + 0.585 + 0.474 + 0.693 + 1) \\
&= 90.4192
\end{aligned}$$

Penjumlahan kolom untuk bilangan fuzzy m dan u pada menggunakan cara yang sama seperti di atas. Namun matriks perbandingan berpasangannya dapat dilihat pada Lampiran C.

Hasil penjumlahan kolom untuk setiap kriteria disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Penjumlahan kolom untuk setiap subkriteria

Li	Mi	Ui
90.4192	102.9663	119.4935

Diketahui nilai penjumlahan kolom setiap kriteria pada Tabel 4.4. Sehingga dapat dihitung invers penjumlahan kolom menggunakan Persamaan (2.11). Hasil invers dari penjumlahan kolom untuk setiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.5.

$$\begin{aligned} \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} &= \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \\ &= \left(\frac{1}{119.4935}, \frac{1}{102.9663}, \frac{1}{90.4192} \right) \\ &= (0.0084, 0.0097, 0.0111) \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Invers Penjumlahan kolom untuk setiap kriteria

Invers Penjumlahan Kolom	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
	0.0084	0.0097	0.0111

Dengan demikian nilai sintesis *fuzzy* untuk setiap kriteria dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.8). Nilai tersebut dihitung dengan berdasar pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.5. Perkalian yang digunakan adalah perkalian antara bilangan *fuzzy l* dengan *l*, bilangan *fuzzy m* dengan *m*, bilangan *fuzzy u* dengan *u*. Nilai yang digunakan juga merupakan hasil pembulatan tiga angka dibelakang koma. Sebagai contoh, perhitungan nilai sintesis *fuzzy* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} SK_1 &= (10.5, 11.8892, 14.7763) \times (0.0084, 0.0097, 0.0111) \\ &= (0.0879, 0.1155, 0.1634) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SK_2 &= (10.0735, 11.107, 13.666) \times (0.0084, 0.0097, 0.0111) \\ &= (0.0843, 0.1079, 0.1511) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SK_3 &= (10.018, 11.8506, 14.38) \times (0.0084, 0.0097, 0.0111) \\ &= (0.0838, 0.1151, 0.159) \end{aligned}$$

Untuk nilai sintesis J1, T1, R1, S1, F1, F2, dan P1 dapat dicari dengan menggunakan persamaan yang sama. Hasil perhitungan tersebut dapat dipisahkan antar bilang *fuzzy* l, m , dan u . Sehingga nilai sintesis *fuzzy* untuk semua subkriteria dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Semua Sub Kriteria

Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i>			
	Li	Mi	Ui
K1	0,0879	0,1155	0,1634
K2	0,0843	0,1079	0,1511
K3	0,0838	0,1151	0,1590
J1	0,0694	0,0841	0,1045
T1	0,0832	0,1103	0,1442
R1	0,0880	0,1167	0,1582
S1	0,0699	0,0933	0,1213
F1	0,0639	0,0869	0,1066
F2	0,0639	0,0869	0,1066
P1	0,0624	0,0835	0,1066

Langkah 2 : Menentukan nilai vektor

Perhitungan nilai vektor menggunakan Persamaan (2.12). Misalnya, nilai vektor dari perbandingan antara K1 dan K2 dalam konektivitas dapat diketahui dengan menghitung $V(K_2 \geq K_1)$ dan $V(K_1 \geq K_2)$.

Berdasarkan Tabel 4.9 diketahui bahwa K_1 memiliki nilai $l_1 = 0.0879$; $m_1 = 0.1155$; $u_1 = 0.1634$. Sedangkan K_2 memiliki nilai $l_2 = 0.0843$; $m_2 = 0.1079$; $u_2 = 0.1511$.

Sehingga nilai untuk perbandingan K_2 dengan K_1 sama dengan 1,

Dengan cara yang sama, semua nilai vektor untuk subkriteria yang lain dapat dihitung. Sehingga hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Nilai Vektor untuk Semua Sub Kriteria

Nilai Vektor										
	K1	K2	K3	J1	T1	R1	S1	F1	F2	P1
K1	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00	0.98 38	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00
K2	0.89 27	1.00 00	0.90 30	1.00 00	0.96 54	0.87 71	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00
K3	0.99 48	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00	0.97 78	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00
J1	0.34 61	0.45 90	0.39 97	1.00 00	0.44 81	0.33 53	0.78 96	0.93 56	0.93 56	1.00 00
T1	0.91 60	1.00 00	0.92 65	1.00 00	1.00 00	0.89 76	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00
R1	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00
S1	0.60 08	0.71 70	0.63 17	1.00 00	0.69 11	0.58 65	1.00 00	1.00 00	1.00 00	1.00 00
F1	0.39 54	0.51 47	0.44 62	1.00 00	0.49 95	0.38 33	0.85 11	1.00 00	1.00 00	1.00 00
F2	0.39 54	0.51 47	0.44 62	1.00 00	0.49 95	0.38 33	0.85 11	1.00 00	1.00 00	1.00 00
P1	0.36 91	0.47 75	0.41 85	0.98 48	0.46 59	0.35 83	0.78 93	0.92 68	0.92 68	1.00 00

Langkah 3 : Menentukan nilai ordinat.

Menentukan nilai ordinat berdasarkan Persamaan (2.13). Sebagai contoh, perhitungan nilai ordinat untuk Konektivitas . Diketahui nilai vektor Konektivitas disajikan pada Tabel 4.8. Misalnya nilai $K_1 = 1$ dan $K_2 = 1$. Selanjutnya, nilai ordinat untuk K_1 dibandingkan dengan K_2 adalah 1. Karena nilai ordinat merupakan nilai minimum antara kedua nilai tersebut. Sehingga dapat dihitung nilai ordinat untuk K_1 dalam konektivitas adalah sebagai berikut :

$$V(K_1 \geq K_2) = 1; V(K_1 \geq K_3) = 1; V(K_1 \geq J_1) = ; \dots \dots ;$$

Maka berdasarkan Persamaan (2.14)

$$d'(K_1) = \min (1,1,1,1,1,0.9839,1,1,1,1) = 0.9838.$$

Dengan cara yang sama, diperoleh nilai ordinat untuk semua subkriteria yang lain. Sehingga hasil perhitungan nilai ordinat untuk semua subkriteria disajikan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Nilai Ordinat setiap Sub Kriteria

Nilai Ordinat	
	$d'(\text{Ski})$
$d'(K_1)$	0.9838
$d'(K_2)$	0.8771
$d'(K_3)$	0.9778
$d'(J_1)$	0.3353
$d'(T_1)$	0.8976
$d'(R_1)$	1
$d'(S_1)$	0.5865
$d'(F_1)$	0.3833
$d'(F_2)$	0.3833
$d'(P_1)$	0.3583

Dari hasil nilai ordinat setiap subkriteria yang ada pada Tabel 4.8 maka nilai bobot vektor dapat ditentukan sesuai Persamaan (2.15). Sehingga hasil nilai bobot vektor pada K_1 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai Bobot Vektor untuk Setiap Sub Kriteria

Nilai Bobot Vektor	
	$d'(S_i)$
$d'(K_1)$	$(0.9839)^T$
$d'(K_2)$	$(0.8771)^T$
$d'(K_3)$	$(0.9778)^T$
$d'(J_1)$	$(0.33531)^T$
$d'(T_1)$	$(0.8976)^T$
$d'(R_1)$	$(1)^T$
$d'(S_1)$	$(0.5865)^T$
$d'(F_1)$	$(0.3833)^T$
$d'(F_2)$	$(0.3833)^T$
$d'(P_1)$	$(0.3833)^T$

Langkah 4 : normalisasi nilai bobot vektor.

Normalisasi nilai bobot vektor diperoleh dengan Persamaan (2.16) dan diketahui nilai bobot vektor ada pada Tabel 4.9. Misalnya, untuk bobot konektivitas ke masing-masing rute penerbangan (K_1) dalam kriteria konektivitas adalah

$$W_k = \frac{d'(K_1)}{\text{jumlah total } d'(S_i)} = \frac{0.9838}{6.7829} = 0.145$$

Nilai bobot vektor yang telah dinormalisasi merupakan nilai W_k . Representasi dari matriks W_k menunjukkan bobot masing-masing subkriteria. Dengan cara yang sama, didapatkan bobot masing-masing subkriteria yang lain. Hasil perhitungan bobot dari setiap subkriteria pada Tabel 4.11 akan digunakan untuk mendapatkan prioritas pemilihan penempatan *crew base*.

Tabel 4.10 Bobot Sub Kriteria

Sub Kriteria	Bobot
$d(K_1)$	0.1450
$d(K_2)$	0.1293
$d(K_3)$	0.1441
$d(J_1)$	0.0494
$d(T_1)$	0.1323
$d(R_1)$	0.1474
$d(S_1)$	0.0865
$d(F_1)$	0.0565
$d(F_2)$	0.0565
$d(P_1)$	0.0528

Berdasarkan hasil yang disajikan dalam Tabel 4.10, dapat diketahui bahwa subkriteria dengan bobot paling tinggi adalah subkriteria rute yang dapat terlayani tanpa *rest* dengan bobot 0.1474 . Subkriteria ini berhubungan dengan efektifitas jam kerja pilot. Begitu juga dengan subkriteria yang memiliki bobot tinggi lainnya yaitu konektivitas ke masing-masing rute, jarak *crew base* ke masing-masing rute, serta frekuensi *direct flight* dengan bobot 0.1450, 0.1441, dan 0.1293. Terlihat bahwa subkriteria yang berhubungan dengan efektifitas jam kerja serta fleksibilitas pilot memiliki pengaruh yang besar dalam penentuan penempatan *crew base*.

2. Perhitungan Perbandingan antar Alternatif

Dalam tugas akhir ini, terdapat lima alternatif. Perhitungan perbandingan antar alternatif dilakukan terhadap setiap faktor yang ada dalam subkriteria. Sehingga terdapat 10 matriks dengan ukuran 5 x 5.

Sama seperti pada perbandingan antar kriteria dalam perbandingan antar alternatif ini akan diuji konsistensi dari masing-masing expert terlebih dahulu. Dalam melakukan

perbandingan antar alternatif untuk subkriteria konektivitas ke masing-masing rute penerbangan disajikan dengan form penilaian yang memberikan pertimbangan melalui pertanyaan : Bagaimana perbandingan berdasarkan skala kepentingan AHP untuk BPN dibandingkan dengan CGK terhadap konektivitas ke masing-masing rute penerbangan. Sebagai contoh untuk *expert* pertama dalam memberikan nilai perbandingan untuk UPG dengan CGK terhadap konektivitas ke masing-masing rute penerbangan adalah sama-sama baik, sehingga berdasarkan Tabel 2.2 diberi nilai numerik 1. Pada *expert* kedua perbandingan UPG dibandingkan dengan CGK terhadap konektivitas ke masing-masing rute penerbangan diberi nilai 2, sedangkan *expert* ketiga memberikan nilai 1. Nilai numerik tersebut kemudian diubah menjadi *triangular fuzzy number* yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Dari tiga penilaian antar kriteria tersebut kemudian menghitung bobot setiap alternatif menggunakan Persamaan (2.2) yaitu dengan dengan mengalikan masing-masing nilai satu sama lain kemudian hasil perkalian tersebut diakar dengan banyaknya *expert*. Misalnya, matriks perbandingan berpasangan untuk nilai l pada UPG dibandingkan dengan CGK, perhitungannya adalah

$$\tilde{w}_{l3} = (1.1.1)^{\frac{1}{3}} = 1$$

sehingga didapatkan nilai 1. Matriks perbandingan berpasangan untuk setiap alternatif terhadap subkriteria konektivitas disajikan dalam Tabel 4.11.

Dengan cara yang sama, matriks perbandingan berpasangan antar alternatif terhadap K2, K3, J1. T1, R1, S1, F1, F2, dan P1 dapat dilihat pada Lampiran C.

Tabel 4.11 Matriks Perbandingan Berpasangan Setiap Alternatif untuk Kriteria Konektivitas ke Masing-masing Rute

	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	(1, 1, 1)	(1,1,1)	(1, 1.1447, 1.651)	(1,1,1)	(1, 1.5,2)
CGK	(1,1,1)	(1, 1, 1)	(1, 1.5, 2)	(1,1.5,2)	(1.145,1.442,1.957)
DPS	(0.606, 0.874, 1)	(0.5, 0.667, 1)	(1, 1, 1)	(1,1, 1.31)	(1,1,1.145)
SUB	(1,1,1)	(0.5, 0.667, 1)	(0.763, 1,1)	(1, 1, 1)	(1,1,1.45)
BPN	(0.5,0.667, 1)	(0.511, 0.693, 0.874)	(0.874, 1,1)	(0.874, 1,1)	(1,1,1)

Nilai konsistensi dihitung dari penilaian ketiga *expert* dengan melakukan defuzzyfikasi terhadap nilai matriks perbandingan berpasangan rata-rata menggunakan Persamaan (2.3). Nilai yang dihasilkan menggunakan Persamaan (2.3) disebut bilangan crisp. Misalkan nilai perbandingan berpasangan rata-rata pada BPN dibandingkan CGK untuk subkriteria konektivitas ke masing-masing rute diperoleh nilai (1,1,1) maka perhitungan bilangan crispnya :

$$a_{ij} = \frac{l_{ij} + 4m_{ij} + u_{ij}}{6}$$

$$a_{11} = \frac{1 + 4(1) + 1}{6} = 1$$

Dengan cara yang sama, dapat diperoleh semua nilai bilangan crisp (a_{ij}) dalam S2 berdasarkan Tabel 4.11. Dengan cara yang sama pula, akan didapatkan bilangan crisp untuk K2, K3, J1, T1, R1, S1, F1, F2, dan P1 berdasarkan nilai matriks perbandingan berpasangan rata-rata yang ada pada Lampiran

C. Bilangan-bilangan crisp tersebut digunakan untuk membentuk matriks A. Matriks A untuk K1 adalah sebagai berikut ini :

$$A = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.0000 & 1.2050 & 1.0000 & 1.5000 \\ 1.0000 & 1.0000 & 1.5000 & 1.5000 & 1.4785 \\ 0.8501 & 0.6947 & 1.0000 & 1.0517 & 1.0241 \\ 1.0000 & 0.6947 & 0.9606 & 1.0000 & 1.0241 \\ 0.6947 & 0.6931 & 0.9790 & 0.9790 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dibentuk matriks W yang merupakan matriks normalisasi dari matriks A. Setiap elemen dari matriks W didapatkan melalui perhitungan seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Sebagai contoh elemen w_{11} dalam K1.

$$w_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

$$w_{11} = \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^5 a_{i1}} = \frac{1}{1 + 1 + 0.850 + 1 + 0.695} = \frac{1}{4.545} = 0.220$$

Dengan cara yang sama, akan diperoleh seluruh nilai w_{ij} . Sehingga didapatkan matriks W untuk K1 sebagai berikut :

$$W = \begin{bmatrix} 0.2200 & 0.2450 & 0.2135 & 0.1808 & 0.2489 \\ 0.2200 & 0.2450 & 0.2657 & 0.2712 & 0.2453 \\ 0.1871 & 0.1702 & 0.1772 & 0.1902 & 0.1699 \\ 0.2200 & 0.1702 & 0.1702 & 0.1808 & 0.1699 \\ 0.1528 & 0.1702 & 0.1702 & 0.1770 & 0.1659 \end{bmatrix}$$

Rata-rata baris dari matriks normalisasi W direpresentasikan pada matriks AR. Sebagai contoh elemen ar_1 dalam K1 dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 ar_{i1} &= \frac{\sum_{i=1}^n w_{1i}}{n} \\
 ar_1 &= \frac{\sum_{i=1}^5 w_{1i}}{5} \\
 &= \frac{0.220 + 0.245 + 0.2135 + 0.1808 + 0.2489}{5} \\
 &= \frac{1.1082}{5} = 0.2216
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, akan diperoleh seluruh nilai ar_{i1} . Sehingga didapatkan matriks AR untuk K1 sebagai berikut.

$$AR = \begin{bmatrix} 0.2216 \\ 0.2495 \\ 0.1521 \\ 0.1822 \\ 0.1678 \end{bmatrix}$$

Untuk mendapatkan nilai λ_{maks} , dibentuk suatu matriks $B_{5 \times 5}$ di mana elemennya merupakan perkalian antara elemen dari tiap kolom matriks A dengan tiap baris matriks AR . Sebagai contoh

$$\begin{aligned}
 b_{ij} &= a_{ij} \times ar_{i1} \\
 b_{11} &= a_{11} \cdot ar_{11} = 1(0.2216) = 0.2216
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, akan diperoleh seluruh nilai b_{ij} . Sehingga didapatkan matriks B untuk K1 sebagai berikut.

$$B = \begin{bmatrix} 0.2216 & 0.2216 & 0.2671 & 0.2216 & 0.3324 \\ 0.2495 & 0.2495 & 0.3742 & 0.3742 & 0.3688 \\ 0.1521 & 0.1243 & 0.1789 & 0.1881 & 0.1832 \\ 0.1822 & 0.1266 & 0.1750 & 0.1822 & 0.1866 \\ 0.1166 & 0.1163 & 0.1643 & 0.1643 & 0.1678 \end{bmatrix}$$

Setiap elemen pada masing-masing baris matriks B dijumlahkan. Sebagai contoh hasil penjumlahan baris pertama elemen c_1 dalam K1 yaitu

$$c_{i1} = \sum_{i=1}^n b_{1i}$$

$$c_1 = \sum_{i=1}^5 b_{1i} = 0.2216 + 0.2216 + 0.2671 + 0.2216$$

$$+ 0.3324$$

$$= 1.2644$$

Dengan cara yang sama, akan diperoleh seluruh nilai c_{i1} Sehingga didapatkan matriks C untuk K1 berikut ini

$$C = \begin{bmatrix} 1.2644 \\ 1.6161 \\ 0.8266 \\ 0.8527 \\ 0.7292 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya didapatkan nilai λ_{maks} untuk K1 dengan menggunakan persamaan (2.4).

$$\lambda_{max} = \frac{25.8292}{5} = 5.1658$$

Nilai CI (*Concistency Index*) dan CR (*Concistency Ratio*) untuk K1 dihitung menggunakan persamaan (2.5) dan (2.6). Karena terdapat tujuh alternatif dalam K1, maka nilai IR (*Index Random*) untuk ordo matriks berukuran 5 berdasarkan Tabel 2.3 adalah sebesar 1.110.

$$CI = \frac{5.1658 - 5}{5 - 1} = 0.0415$$

$$CR = \frac{0.041}{1.110} = 0.0373$$

Karena nilai dari $CR = 0.0373 \leq 0.1$, maka penilaian matriks perbandingan berpasangan setiap alternatif terhadap K1 dari semua *expert* dinyatakan konsisten dan dapat diterima.

Dengan cara yang sama seperti di atas, didapatkan nilai CR untuk alternatif terhadap setiap subkriteria kurang dari 0.1. Nilai CR untuk K2, K3, T1, J1, R1, S1, F1, F2, dan P1 dapat dilihat pada Lampiran C. Sehingga dapat dikatakan bahwa penilaian matriks perbandingan berpasangan untuk alternatif terhadap setiap subkriteria dari semua *expert* juga dinyatakan konsisten dan dapat diterima.

Selanjutnya dilakukan pembobotan menggunakan pendekatan *Fuzzy AHP* dengan menggunakan metode dari Chang. Tahapan yang dilakukan untuk menghitung bobot dari setiap alternatif dalam K1 adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Menentukan nilai sintesis *fuzzy*.

Perhitungan nilai sintesis *fuzzy* menggunakan Persamaan (2.8). Untuk mempermudah perhitungan nilai sintesis *fuzzy* terlebih dahulu menentukan nilai dari penjumlahan baris dalam matriks perbandingan berpasangan menggunakan Persamaan (2.9).

Misalnya, cara menghitung penjumlahan baris pada masing-masing keanggotaan bilangan *fuzzy* untuk UPG. Diketahui nilai perbandingan berpasangannya berdasarkan Tabel 4.11 adalah (1, 1, 1), (1, 1, 1), (1, 1.145, 1.651), (1, 1, 1), dan (1, 1.5, 2). Sehingga penjumlahan baris pada masing-masing keanggotaan bilangan *fuzzy* untuk UPG terhadap K1 sebagai berikut :

$$\sum_{i=1}^5 l_i = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5.000$$

$$\sum_{i=1}^5 m_i = 1 + 1 + 1.1447 + 1 + 1.5 = 5.6447$$

$$\sum_{i=1}^5 u_i = 1 + 1 + 1.651 + 1 + 2 = 6.651$$

Keterangan :

l_i : nilai terendah ke i

m_i : nilai tengah ke i

u_i : nilai tertinggi ke i

Penjumlahan baris untuk setiap alternatif terhadap K1 dihitung dengan cara seperti diatas dan hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 4.12. Dengan cara yang seperti itu akan didapatkan penyelesaian penjumlahan baris untuk setiap alternatif terhadap K2, K3, J1, T1, R1, S1, F1, F2, dan P1 yang disajikan pada Lampiran D.

Tabel 4.12 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Konektivitas ke Masing-Masing Rute

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	l	m	u
UPG	5.000	5.645	6.651
CGK	5.145	6.442	7.957
DPS	4.106	4.541	5.455
SUB	4.263	4.667	5.145
BPN	3.758	4.360	4.874

Tahap berikutnya adalah menentukan invers dari penjumlahan kolom keanggotaan bilangan *fuzzy* menggunakan Persamaan (2.10). Dalam perhitungan ini dilakukan

penjumlahan kolom pada masing-masing keanggotaan bilangan *fuzzy*.

Diketahui nilai perbandingan berpasangan rata-rata K1 disajikan dalam Tabel 4.12. Perhitungan penjumlahan kolom untuk bilangan fuzzy *l* pada K1 adalah dengan menjumlah semua nilai *l* yang ada pada Tabel 4.11 Sehingga penjumlahan kolom pada masing-masing keanggotaan bilangan *fuzzy* dalam K1 dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij} &= \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 l_{ij} \\
 &= 1 + 1 + 1 + 1 + 1) + (1 + 1 + 1 + 1 + 1.1447) \\
 &\quad + (0.6059 + 0.5 + 1 + 1 + 1) \\
 &\quad + (1 + 0.5 + 0.7634 + 1 + 1) + (0.5 \\
 &\quad + 0.511 + 0.8737 + 0.8737 + 1) \\
 &= 22.2724
 \end{aligned}$$

Penjumlahan kolom untuk bilangan fuzzy *m* dan *u* pada K1 menggunakan cara yang sama seperti di atas. Begitu pula perhitungan penjumlahan kolom untuk setiap bilangan fuzzy *l*, *m*, dan *u* pada K2, K3, J1, T1, R1, S1, F1, F2, dan P1 menggunakan cara yang sama seperti di atas. Namun matriks perbandingan berpasangannya dapat dilihat pada Lampiran C.

Hasil penjumlahan kolom untuk setiap alternatif terhadap K2, K3, J1, T1, R1, S1, F1, F2, dan P1 disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Penjumlahan kolom untuk Setiap Alternatif terhadap Setiap Subkriteria

Penjumlahan Kolom		
<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
22,2724	25,6552	30,0819

Diketahui nilai penjumlahan kolom setiap alternatif pada Tabel 4.13. Sehingga dapat dihitung invers penjumlahan kolom menggunakan Persamaan (2.11). Hasil invers dari penjumlahan kolom untuk setiap alternatif dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Diketahui nilai penjumlahan kolom setiap alternatif pada Tabel 4.13. Sehingga dapat dihitung invers penjumlahan kolom menggunakan Persamaan (2.11). Hasil invers dari penjumlahan kolom untuk setiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.14.

$$\begin{aligned} \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} &= \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \\ &= \left(\frac{1}{30.0819}, \frac{1}{25.6552}, \frac{1}{22.2724} \right) \\ &= (0.0332, 0.039, 0.0449) \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Invers Penjumlahan kolom untuk Setiap Alternatif terhadap Setiap Subkriteria

Invers Penjumlahan Kolom		
l	m	u
0,0332	0,0390	0,0449

Dengan demikian nilai sintesis *fuzzy* untuk setiap kriteria dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.8). Nilai tersebut dihitung dengan berdasar pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.15. Perkalian yang digunakan adalah perkalian antara bilangan *fuzzy* l dengan l , bilangan *fuzzy* m dengan m , bilangan *fuzzy* dan u dengan u . Nilai yang digunakan juga merupakan hasil pembulatan tiga angka dibelakang koma.

Sebagai contoh, perhitungan nilai sintesis *fuzzy* adalah sebagai berikut :

$$SA_1 = (5, 5.6447, 6.651) \times (0.0332, 0.039, 0.0449) \\ = (0.1662, 0.22, 0.2986)$$

$$SA_2 = (5.145, 6.442, 7.957) \times (0.0332, 0.039, 0.0449) \\ = (0.171, 0.2511, 0.3573)$$

$$SA_3 = (4.106, 4.541, 5.455) \times (0.0332, 0.039, 0.0449) \\ = (0.1365, 0.177, 0.2449)$$

$$SA_4 = (4.263, 4.36, 4.874) \times (0.0332, 0.039, 0.0449) \\ = (0.1417, 0.1819, 0.231)$$

$$SA_5 = (3.758, 4.36, 4.874) \times (0.033, 0.039, 0.045) \\ = (0.1249, 0.17, 0.2188)$$

Hasil perhitungan tersebut dapat dipisahkan antar bilang *fuzzy l, m, dan, u*. Sehingga nilai sintesis *fuzzy* untuk konektivitas dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4.15 Nilai sintesis *fuzzy* untuk setiap Alternatif terhadap Konektivitas ke Masing-Masing Rute

Alternatif	Nilai sintesis <i>fuzzy</i>		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1662	0.2200	0.2986
CGK	0.1710	0.2511	0.3573
DPS	0.1365	0.1770	0.2449
SUB	0.1417	0.1819	0.2310
BPN	0.1249	0.1700	0.2188

Dengan cara yang sama, dapat dihitung nilai sintesis *fuzzy* untuk K2, K3, J1, T1, R1, S1, F1, F2, dan P1 yaitu menggunakan tabel pada Lampiran D dan Tabel 4.12. Sehingga hasil sintesis *fuzzy* untuk K2, K3, J1, T1, R1, S1, F1, F2, dan P1 disajikan pada Lampiran E.

Langkah 2 : Menentukan nilai vektor.

Perhitungan nilai vektor menggunakan Persamaan (2.12). Misalnya, nilai vektor dari perbandingan antara A1 dan A2 dalam konektivitas dapat diketahui dengan menghitung $V(A_2 \geq A_1)$ dan $V(A_1 \geq A_2)$.

Berdasarkan Tabel 4.9 diketahui bahwa A_1 memiliki nilai $l_1 = 0.166$; $m_1 = 0.220$; $u_1 = 0.299$. Sedangkan A_2 memiliki nilai $l_2 = 0.171$; $m_2 = 0.251$; $u_2 = 0.357$.

Sehingga nilai untuk perbandingan A_2 dengan A_1 sama dengan 1,

Dengan cara yang sama, semua nilai vektor untuk subkriteria yang lain dapat dihitung. Sehingga hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Nilai Vektor untuk semua alternatif pada Konektivitas ke Masing- Masing Rute

NILAI VEKTOR					
	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1.0000	0.8041	1.0000	1.0000	1.0000
A2	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A3	0.6465	0.4993	1.0000	0.9545	1.0000
A4	0.6329	0.4643	1.0000	1.0000	1.0000
A5	0.5124	0.3707	0.9214	0.8658	1.0000

Langkah 3 : Menentukan nilai ordinat.

Menentukan nilai ordinat berdasarkan Persamaan (2.13). Sebagai contoh. perhitungan nilai ordinat untuk Konektivitas . Diketahui nilai vektor Konektivitas disajikan pada Tabel 4.16.

Misalnya nilai $A_1 = 1$ dan $A_2 = 1$. Selanjutnya, nilai ordinat untuk K_1 dibandingkan dengan A_2 adalah 1. Karena nilai ordinat merupakan nilai minimum antara kedua nilai tersebut. Sehingga dapat dihitung nilai ordinat untuk K_1 dalam konektivitas adalah sebagai berikut :

$$V(A_1 \geq A_2) = 0.8041; V(A_1 \geq A_3) = 1; V(A_1 \geq A_4) = 1.; V(A_1 \geq A_1) = 1.$$

Maka berdasarkan Persamaan (2.14)

$$d'(K_1) = \min (1, 0.8041, 1, 1, 1) = 1.$$

Dengan cara yang sama, diperoleh nilai ordinat untuk semua subkriteria yang lain. Sehingga hasil perhitungan nilai ordinat untuk semua alternatif pada konektivitas ke masing- masing rute disajikan dalam Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Nilai ordinat untuk semua alternatif pada Konektivitas ke Masing- Masing Rute

Alternatif	Nilai ordinat
$d'(A_1)$	0.8041
$d'(A_2)$	1
$d'(A_3)$	0.4993
$d'(A_4)$	0.4643
$d'(A_5)$	0.3707

Dari hasil nilai ordinat setiap alternative untuk sub kriteria konektivitas ke masing-masing rute yang ada pada Tabel 4.17 maka nilai bobot vektor dapat ditentukan sesuai Persamaan (2.15). Sehingga hasil nilai bobot vektor pada K_1 dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Nilai Bobot Vektor untuk semua alternatif pada Konektivitas ke Masing- Masing Rut

Subkriteria	W'
$d'(A_1)$	$(0.8041)^T$
$d'(A_2)$	$(1)^T$
$d'(A_3)$	$(0.4993)^T$
$d'(A_4)$	$(0.4643)^T$
$d'(A_5)$	$(0.3707)^T$

Langkah 4 : normalisasi nilai bobot vektor.

Normalisasi nilai bobot vektor diperoleh dengan Persamaan (2.16) dan diketahui nilai bobot vektor ada pada Tabel 4.19. Misalnya. untuk bobot konektivitas ke masing-masing rute penerbangan (K1) dalam kriteria konektivitas adalah

$$W_k = \frac{d'(S_1)}{\text{jumlah total } d'(S_i)} = \frac{0.8041}{3.1383} = 0.2562$$

Nilai bobot vektor yang telah dinormalisasi merupakan nilai W_k . Representasi dari matriks W_k menunjukkan bobot masing-masing alternative terhadap subkriteria konektivitas ke masing-masing rute. Dengan cara yang sama. didapatkan bobot masing-masing alternative terhadap subkriteria yang lain. Hasil perhitungan bobot dari masing-masing alternative terhadap subkriteria konektivitas ke masing-masing rute dapat dilihat pada Tabel 4.19 dan akan digunakan untuk mendapatkan prioritas pemilihan penempatan *crew base*.

Tabel 4.19 Bobot alternatif terhadap subkriteria konektivitas ke masing-masing rute

Subkriteria	Bobot
$d(A_1)$	0.2562
$d(A_2)$	0.3186
$d(A_3)$	0.1591
$d(A_4)$	0.1479
(A_5)	0.1181

Berdasarkan hasil yang disajikan dalam Tabel 4.19. dapat diketahui bahwa alternatif dengan bobot paling tinggi pada konektivitas ke masing-masing rute adalah alternatif UPG (Makassar) dan CGK (Tangerang) .

4.3.3 Prioritas *Crew base* Berdasarkan Kriteria

Setelah didapatkan bobot setiap kriteria dan bobot alternatif untuk setiap subkriteria maka dapat dicari bobot setiap alternatif (*crew base*) terhadap kriteria .perhitungannya disajikan pada matriks dibawah ini

$$\begin{bmatrix} 0.2562 & 0.2032 & 0.3952 & 0.4826 & 0.2065 & 0.3570 & 0.2532 & 0.1803 & 0.2378 & 0.1834 \\ 0.3186 & 0.3426 & 0.1154 & 0.0802 & 0.6386 & 0.1609 & 0.1271 & 0.3508 & 0.3206 & 0.3154 \\ 0.1591 & 0.2157 & 0.1834 & 0.1862 & 0.0678 & 0.1962 & 0.3645 & 0.2377 & 0.1852 & 0.1834 \\ 0.1479 & 0.1553 & 0.1530 & 0.1255 & 0.0862 & 0.1346 & 0.1663 & 0.1721 & 0.1867 & 0.1834 \\ 0.1181 & 0.0832 & 0.1530 & 0.1255 & 0 & 0.1512 & 0.0888 & 0.0591 & 0.0697 & 0.1834 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.145 \\ 0.1293 \\ 0.1441 \\ 0.0494 \\ 0.1323 \\ 0.1474 \\ 0.0865 \\ 0.0565 \\ 0.0565 \\ 0.0528 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.2794 \\ 0.2849 \\ 0.1897 \\ 0.1454 \\ 0.1005 \end{bmatrix}$$

Hasil perkalian matriks-matriks di atas dapat disatukan dalam tabel. Sehingga didapatkan bobot akhir dan prioritas penempatan *crew base* terhadap setiap subkriteria yang ditampilkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Bobot Akhir

<i>Crew base</i>	Bobot
UPG	0.2794
CGK	0.2849
DPS	0.1897
SUB	0.1454
BPN	0.1005

Berdasarkan Tabel 4.20 dapat diketahui urutan prioritas penempatan *crew base* yang memiliki tingkat kepentingan paling tinggi adalah CGK dengan bobot 0.2849, kemudian UPG dengan bobot yang tidak terlampau jauh yaitu 0.2794, disusul oleh DPS dengan bobot 0.1897, SUB dengan bobot 0.1454, dan BPN dengan bobot 0.1005. Berdasarkan data kuisioner *expert* terlihat bahwa CGK dan UPG memiliki pemenuhan yang sangat baik pada tiga kriteria yang memiliki bobot tertinggi yaitu rute yang terlayani tanpa *rest*, konektivitas ke masing-masing rute, dan jarak *crewbase* ke masing-masing rute. Hal ini berbanding lurus dengan hasil akhir pembobotan yang menunjukkan bahwa CGK dan UPG memiliki bobot yang tinggi. Sedangkan pada urutan ketiga terdapat DPS dengan bobot 0.16897, beda hasil pembobotan DPS dengan CGK dan UPG terpaut cukup jauh karena itu keberadaan DPS sebagai *crewbase* perlu dipertimbangkan kembali.

4.4 Simulasi Matlab

Simulasi perhitungan metode *Fuzzy AHP* dalam pengambilan keputusan terhadap pemilihan penempatan *crew base* pilot menggunakan *software* MATLAB. Sehingga perhitungan menjadi lebih mudah.

Dalam simulasi ini ada tiga proses yaitu perbandingan antar kriteria kemudian alternatif dan dilanjutkan mencari bobot terakhir untuk mendapatkan bobot akhir alternatif terhadap semua kriteria. Pertama kita akan diminta untuk

memasukkan jumlah kriteria yang kita gunakan dan banyak expert yang digunakan. Setelah menentukan banyak kriteria dan *expert*, *user* akan di minta memasukkan nilai masing-masing *expert* seperti yang terlihat pada Gambar 4.2.

```

Masukkan matriks Kriteria (nxn) dengan n= 10
Masukkan banyak expert yang diinginkan= 3
Nilai expert-1

k =

```

1	2	1	4	1	1	2	2	2	2
0	1	1	4	1	1	1	2	2	2
0	0	1	3	3	1	1	2	2	2
0	0	0	1	1	1	2	1	1	1
0	0	0	0	1	1	2	3	3	3
0	0	0	0	0	1	4	4	4	4
0	0	0	0	0	0	1	2	2	2
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Gambar 4.2 Perhitungan Antar Kriteria

Setelah memasukkan semua penilaian *expert*, akan didapat bobot dari masing-masing kriteria terhadap pemilihan penempatan *crew base* seperti yang terlihat pada Gambar 4.2.

```

New to MATLAB? Watch this Video, see Demos, or read Getting Started.

1.0000    1.0000
1.0000    1.0000
1.0000    1.0000
1.0000    1.0000
1.0000    1.0000
0.9268    1.0000

D_Ci =

Columns 1 through 8

    0.9838    0.8771    0.9778    0.3352    0.8976    1.0000    0.5865    0.3833

Columns 9 through 10

    0.3833    0.3583

D_Ci_T =

Columns 1 through 8

    0.1450    0.1293    0.1442    0.0494    0.1323    0.1474    0.0865    0.0565

Columns 9 through 10

    0.0565    0.0528

Masukkan matriks Alternatif (nxn) dengan n= 5
fx Masukkan Banyak Kriteria= 10
Start

```

Gambar 4.3 Hasil Pembobotan Kriteria

Setelah mendapatkan bobot masing-masing sub kriteria akan dilanjutkan dengan menghitung bobot masing-masing alternatif seperti yang terlihat pada Gambar 4.4.

```

Shortcuts How to Add What's New
New to MATLAB? Watch this Video, see Demos, or read Getting Started.

Masukkan matriks Alternatif (n x n) dengan n= 5
Masukkan Banyak Kriteria= 10
-----1-----
Nilai expert-1

k =

     1     1     2     1     3
     0     1     3     3     2
     0     0     1     2     1
     0     0     0     1     1
     0     0     0     0     1

Nilai expert-2

k =

     1     1     2     1     3
     0     1     3     3     3
     0     0     1     2     1
     0     0     0     1     1
     0     0     0     0     1

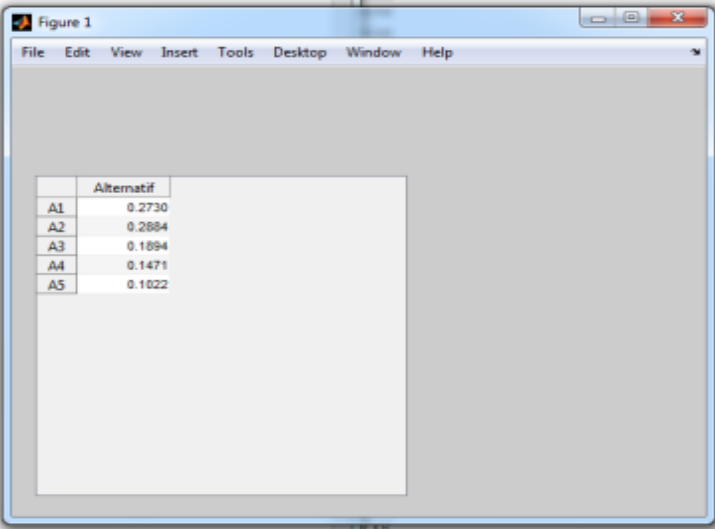
Nilai expert-3

k =

```

Gambar 4.4 Perhitungan Antar Alternatif

Setelah memasukkan semua penilaian *expert* untuk alternatif maka akan muncul hasil perkalian antara matriks kriteria dan alternatif, sehingga akan didapatkan bobot akhir masing-masing alternatif seperti yang terlihat pada Gambar 4.5.



The image shows a screenshot of a software window titled "Figure 1". The window has a menu bar with the following options: File, Edit, View, Insert, Tools, Desktop, Window, and Help. Inside the window, there is a table with two columns. The first column is labeled "Alternatif" and the second column contains numerical values. The table lists five alternatives: A1, A2, A3, A4, and A5, with their respective values being 0.2730, 0.2884, 0.1894, 0.1471, and 0.1022.

	Alternatif
A1	0.2730
A2	0.2884
A3	0.1894
A4	0.1471
A5	0.1022

Gambar 4.5 Hasil Perhitungan Bobot Akhir

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat diketahui bobot akhir setiap alternatif yang paling tinggi adalah alternatif kedua yaitu CGK dengan bobot sebesar 0.2849. Dan hasil simulasi tersebut sama dengan hasil perhitungan yang telah dijelaskan sebelumnya.

BAB V

SIMPULAN

Pada bab ini diberikan kesimpulan sebagai hasil dari analisis dan pembahasan yang telah diperoleh dan saran sebagai pertimbangan dalam pengembangan atau penelitian lebih lanjut.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Masing-masing kriteria memiliki pengaruh terhadap pemilihan penempatan *crewbase*, baik itu dari segi efektivitas jam kerja pilot, fleksibilitas *crew*, perkembangan bandara, maupun kesejahteraan serta pemenuhan fasilitas bagi pilot. Untuk kriteria konektivitas, jarak bandara dari pusat kota, dan rute yang dapat terlayani tanpa *rest* adalah kriteria yang berpengaruh terhadap efektivitas jam kerja pilot. Jumlah penumpang di bandara berhubungan dengan perkembangan bandara. Fasilitas kota, tingkat keamanan kota, serta pengeluaran perkapita berhubungan dengan pemenuhan kesejahteraan serta fasilitas bagi pilot. Kriteria yang berhubungan dengan jam kerja pilot memiliki bobot tertinggi, sedangkan kriteria yang berhubungan dengan fasilitas hidup bagi pilot memiliki bobot yang rendah.
2. Hasil perhitungan menggunakan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* antar kriteria diperoleh satu faktor (subkriteria) yang memiliki bobot tertinggi, artinya

memiliki tingkat kepentingan paling tinggi daripada subkriteria lainnya yaitu rute yang dapat terlayani tanpa *rest* dengan bobot 0.1474. Subkriteria ini merupakan subkriteria yang berhubungan dengan efisiensi jam kerja pilot serta fleksibilitas *crew*. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa subkriteria dengan bobot yang tinggi adalah subkriteria yang berhubungan dengan efisiensi jam kerja pilot serta fleksibilitas *crew*.

3. Didapatkan pula penempatan *crewbase* yang terbaik yaitu di CGK dan UPG dengan bobot 0.2489 dan 0.2794. CGK dan UPG memiliki pemenuhan subkriteria yang tinggi pada subkriteria yang memiliki bobot tinggi, sehingga CGK dan UPG memiliki bobot yang tertinggi. DPS yang saat ini menjadi *crew base* memiliki bobot yang terpaut cukup jauh dengan CGK dan UPG yaitu sebesar 0.16897, karena itu keberadaan *crewbase* yang sudah ada di DPS ini bisa dipertimbangkan kembali oleh PT. X.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya, pemilihan penempatan *crewbase* dengan metode *fuzzy* AHP dapat diterapkan pula bagi jenis pesawat yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Butchers, E. Rod, dkk. 2001. "Optimized Crew Scheduling at Air New Zealand". Institute for Operations Research and the Management Sciences : Maryland.
- [2] Anderson, D.R, Sweeney D.J, Williams T.A, Camm J.D, dan Martin K. 2012. "**An Introduction to Management Science**". South-Western Cengage Learning : Mason.
- [3] Rushmeier, R.A, Hoffman, K.L, dan Padberg, Manfred. 1995. "Recent Advances in Exact Optimization of Airline Scheduling Problems". New York.
- [4] Anbil, R, Tanga, R, dan Johnson, E.L. 1992. "A Global Approach to Crew Pairing Optimization". **International Journal of System Journal** Vol 31 No 1 Hal 1-8.
- [5] Anonim. 2014. "**Basic Operations Manual**". PT. Garuda Indonesia, Jakarta.
- [6] Kusumadewi, S, Hartati, S, Harjoko A, Wardoyo R. 2006. "**Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)**". Graha Ilmu : Yogyakarta.
- [7] Gorener, A. 2012. "Comparing AHP and ANP : An Application of Strategic Decisions Making in a Manufacturing Company". **International Journal of Business and Social Science** Vol 3 No 11 : June 2012, 194-208
- [8] Buckley, J.J., Feuring, T., dan Hayashi, Y. 2001. "Fuzzy hierarchical analysis revisited". **European Journal of Operational Research** Vol. 129, hal. 48-84.
- [9] Javanbarg M.B, Scawthorn C, Kiyono J, dan Shahbodaghkhan B. 2012. "Fuzzy AHP-Based Multicriteria Decision Making System Using Particle Swarm Optimization". **Expert System with Application** 39, 960-966
- [10] Kaya,Tolga and Kahraman. 2010. "Multicriteria renewable energy planning using in integrated fuzzy VIKOR & AHP

methodology: The case of Istanbul”. **European Journal of Operational Research** Vol.35, hal. 2517-2527.

- [11] Chang D.Y. 1996. “Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP”. **European Journal of Operational Research** Vol. 95, hal. 649-55.

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran A Data Kuantitatif Pendukung Keputusan <i>Expert</i>	73
Lampiran B Form Penilaian	79
Lampiran C Matriks Perbandingan Berpasangan	113
Lampiran D Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Setiap Subkriteria	121
Lampiran E Nilai Sintesis <i>Fuzzy</i> untuk setiap Alternatif terhadap Setiap Subkriteria	125
Lampiran F Nilai Vektor untuk untuk setiap Alternatif terhadap Setiap Subkriteria	129

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran A

Data Kuantitatif Pendukung Keputusan *Expert*

Keterangan:

AMQ : Ambon
 BPN : Balikpapan
 CGK : Cengkareng
 DPS : Denpasar
 KNO : Medan
 LOP : Lombok
 SUB : Surabaya
 SXX : Saumlaki
 UPG : Makassar

Tabel A1 Konektivitas ke Masing-Masing Rute

Konektivitas ke masing-masing rute penerbangan							
	AMQ	BPN	DPS	KNO	UPG	LOP	SXX
UPG	Ada	Ada	Ada	Tidak Ada	<i>Crewbase</i>	Ada	Tidak Ada
CGK	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Tidak Ada
DPS	Tidak Ada	Tidak Ada	<i>Crewbase</i>	Tidak Ada	Ada	Ada	Tidak Ada
SUB	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Tidak Ada
BPN	Tidak Ada	<i>Crewbase</i>	Tidak Ada	Tidak Ada	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada

Berdasarkan Tabel A1. dapat disimpulkan bahwa CGK, SUB, dan UPG memiliki konektivitas yang baik ke masing-masing rute penerbangan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya *direct flight* (penerbangan langsung) ke masing-masing rute. Sedangkan untuk DPS dan BPN belum banyak tersedia rute *direct flight* ke rute-rute penerbangan yang ada.

Tabel A2. Frekuensi Penerbangan (*Direct Flight*)

Frekuensi Penerbangan (<i>Direct Flight</i>)								
<i>Crew base</i>	AMQ	BPN	DPS	KNO	UPG	LOP	SXK	TOTAL
UPG	1	1	2	0	<i>Crewbase</i>	1	0	5
CGK	1	9	14	10	11	3	0	48
DPS	0	0	<i>Crewbase</i>	0	1	2	0	3
SUB	1	3	5	1	3	1	0	14
BPN	0	<i>Crewbase</i>	0	0	1	0	0	1

Berdasarkan Tabel A2, dapat disimpulkan bahwa CGK memiliki fleksibilitas yang sangat baik karena memiliki frekuensi yang sangat tinggi untuk penerbangan langsung ke masing-masing rute. SUB memiliki fleksibilitas yang cukup baik, sedangkan UPG, DPS, dan BPN memiliki fleksibilitas yang tidak cukup baik.

Tabel A3. Jarak *Crew Base* ke Masing-Masing Rute

Jarak <i>crew base</i> ke masing-masing rute (km)								
<i>Crew base</i>	AMQ	BPN	DPS	KNO	UPG	LOP	SXK	TOTAL
UPG	596	319	394	1549	0	339	832	4029
CGK	1486	781	611	860	891	684	1697	7010
DPS	953	528	0	1410	394	76	1106	4467
SUB	1083	507	188	1223	492	275	1270	5038
BPN	792	0	528	1291	319	516	1095	4541

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa UPG , DPS, serta BPN memiliki letak yang strategis karena memiliki jarak terpendek ke masing-masing rute. Sedangkan SUB memiliki letak yang cukup strategi. CGK memiliki letak yang kurang strategis karena memiliki jarak terjauh ke masing-masing rute.

Tabel A4. Jarak Bandara dari Pusat Kota

Jarak bandara dari pusat kota	
Bandara	Jarak dari Pusat Kota
UPG	17,87 km
CGK	30,00 km
DPS	13,00 km
SUB	15,00 km
BPN	13,00 km

Dari Tabel A4 terlihat bahwa Jarak bandara dari pusat kota tidak berbeda jauh untuk masing-masing kota. Jarak bandara dari pusat kota ini berhubunga dengan fasilitas bagi pilot.

Tabel A5. Jumlah Penumpang di Masing- Masing Bandara

Jumlah Penumpang (2009-2013)		
	CAGR 2009-2013	Jumlah Penumpang Tahun 2013
UPG	16,43%	738365
CGK	17,02%	4646016
DPS	12,77%	1173138
SUB	15,84%	1484323
BPN	18,52%	647709

Tabel A5 menunjukkna jumlah penumpang di masing-masing bandara pada tahun 2013 beserta nilai CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) dari masing-masing bandara selama 5 tahun. Nilai CAGR memperlihatkan pertumbuhan jumlah penumpang dari masing-masing bandara. Perkembangan jumlah penumpang menunjukkan perkembangan *market* dari masing-masing bandara. Perkembangan jumlah penumpang di masing-masing bandara terpaut tidak terlalu jauh. BPN memiliki perkembangan jumlah penumpang tertinggi yaitu 18,52%. Untuk

jumlah penumpang di masing-masing bandara terlihat bahwa CGK memiliki jumlah penumpang terbanyak.

Tabel A6. Rute yang Dapat Terlayani Tanpa *Rest*

Rute yang Dapat Terlayani Tanpa <i>Rest</i>	
<i>Crew Base</i>	Jumlah Rute
UPG	4
CGK	5
DPS	4
SUB	2
BPN	4

Dari tabel A6 terlihat bahwa jika dilakukan *supply air crew* dari masing-masing calon *crew base* akan didapatkan sejumlah rute yang dapat dilayani tanpa *rest* terlebih dahulu. Rute yang dapat terlayani tanpa *rest* dapat mengurangi DHC (*Dead Heading Crew*). CGK memiliki jumlah rute terbanyak yang dapat terlayani tanpa *rest*. UPG, DPS, dan BPN memiliki jumlah rute yang tidak terpaud jauh dari CGK.

Tabel A7. Tingkat Keamanan Kota

Potensi penduduk terkena tindak pidana per 100.000 orang	
	Potensi terkena tindak pidana (2013)
UPG	182
CGK	213
DPS	148
SUB	45
BPN	285

Berdasarkan Tabel A7, terlihat bahwa Surabaya memiliki tingkat keamanan yang paling baik. Hal ini terlihat dari jumlah penduduk yang terkena tindak pidana per 100.000 orang memiliki

nilai terendah di kota Surabaya. Sedangkan CGK memiliki tingkat keamanan yang paling buruk jika dibandingkan dengan keempat kota yang lain.

Tabel A8. Fasilitas Kesehatan

<i>Crew Base</i>	Jumlah	Prosentase Jumlah RS/KM
UPG	20	11%
CGK	30	62%
DPS	20	16%
SUB	32	10%
BPN	11	2%

Berdasarkan Tabel A8 terlihat bahwa CGK memiliki pemenuhan yang tinggi untuk jumlah rumah sakit per kilometer. Sedangkan untuk jumlah rumah sakit CGK dan SUB memiliki jumlah Rumah Sakit yang hamper sama begitu juga UPG dan DPS. BPN memiliki jumlah Rumah Sakit yang paling sedikit jika dibandingkan dengan masing-masing kota.

Tabel A9. Fasilitas Pendidikan

<i>Crew Base</i>	Jumlah	Prosentase Jumlah Sekolah/KM
UPG	850	484%
CGK	565	1174%
DPS	185	145%
SUB	1365	418%
BPN	316	63%

Berdasarkan Tabel A9 terlihat bahwa SUB memiliki jumlah sekolah terbanyak kemudian disusul oleh UPG dan CGK. Sedangkan untuk prosentase jumlah sekolah per kilometer CGK memiliki prosentase yang paling tinggi.

Tabel A10. Pengeluaran Perkapita

<i>Crew Base</i>	CAGR (2009-2013)	2013 (Rp)
UPG	9,00%	827342
CGK	12,97%	1528429
DPS	20,00%	1196144
SUB	11,85%	713760
BPN	10,36%	1282792

Berdasarkan Tabel A10 terlihat jumlah rata-rata pengeluaran perkapita di masing-masing kota serta nilai CAGR selama 5 tahun. Nilai CAGR menunjukkan perkembangan jumlah pengeluaran perkapita dari masing-masing kota selama 5 tahun. DPS memiliki nilai CAGR yang tertinggi, sedangkan untuk jumlah pengeluaran perkapita tertinggi ada di CGK. Terlihat bahwa biaya hidup di CGK adalah yang tertinggi.

Lampiran B

FORM PENILAIAN

A. Identitas responden

Nama : Bonifasius Adi Nugroho

Jabatan / Divisi : Business Analyst / Business Strategy & Development

No Telepon : 08161131371

ANALISIS KRITERIA

KODE	KRITERIA	ANALISIS KRITERIA
K1	Konektivitas ke masing-masing rute penerbangan	Sebagai calon <i>crew base</i> harus mampu melayani rute-rute penerbangan yang ada. Kemampuan pelayanan ini dimaksudkan agar saat terjadi <i>direct flight</i> perusahaan dapat mengurangi lama jam kerja pilot yang sebelumnya disebabkan <i>Dead Heading Crew</i> . Konektivitas ke masing-masing rute berhubungan dengan efektivitas jam kerja pilot.

K2	Frekuensi penerbangan (<i>Direct Flight</i>)	Frekuensi <i>direct flight</i> berpengaruh dalam pemilihan calon <i>crew base</i> , karena semakin banyak frekuensi <i>direct flight</i> dari <i>crew base</i> ke masing-masing rute, maka <i>crew base</i> tersebut dikatakan lebih fleksibel. Semakin fleksibel suatu <i>crew base</i> akan semakin memudahkan dalam <i>supply aircrew</i> , sehingga jeda waktu yang dibutuhkan untuk <i>supply aircrew</i> semakin sedikit.
K3	Jarak <i>home base</i> ke masing-masing rute	Salah satu kriteria dalam pemilihan <i>crew base</i> adalah jarak <i>crew base</i> ke masing-masing rute. Jarak ini menunjukkan apakah lokasi <i>crew base</i> tersebut strategis atau tidak. Semakin strategis letak suatu <i>crew base</i> maka waktu yang dibutuhkan untuk <i>supply aircrew</i> akan lebih pendek, sehingga waktu yang dihabiskan <i>aircrew</i> sebagai <i>Dead Heading Crew</i> akan lebih sedikit.
J1	Jarak bandara dari pusat kota	Kesejahteraan dan pemenuhan fasilitas yang layak adalah salah satu kriteria yang dibutuhkan dalam pemilihan <i>crew base</i> , karena fasilitas yang ada di pusat kota mempengaruhi kesejahteraan hidup pilot., selain itu jarak bandara ke pusat kota ini mempengaruhi jam kerja
T1	Jumlah Penumpang	Tingkat kepadatan penerbangan di suatu bandara menunjukkan tingkat produktivitas di bandara tersebut. Semakin banyak jumlah

		penumpang berarti semakin banyak penerbangan yang dilayani di bandara tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa calon <i>crew base</i> akan baik jika berada di region ini.
R1	Rute yang dapat terlayani tanpa <i>rest</i>	Berdasarkan data <i>CROPA (Crew Operating Pattern)</i> yang ada, dapat dihitung lama jam kerja pilot jika berangkat dari masing-masing calon <i>crew base</i> . Dari data ini akan terlihat banyak rute yang mampu dilayani tanpa <i>rest</i> terlebih dahulu. Jika jam kerja pilot mencukupi untuk memulai penerbangan tanpa <i>rest</i> terlebih atau dengan kata lain FDT pilot mencukupi maka jam kerja pilot akan semakin optimal dan tidak dibutuhkan <i>refresh</i> FDT terlebih dahulu.
S1	Potensi penduduk terkena tindak pidana	Pemilihan area <i>crew base</i> berhubungan dengan pemilihan tempat tinggal pilot. Tingkat keamanan berhubungan dengan kenyamanan tinggal pilot, tingkat keamanan disini digambarkan dengan potensi penduduk terkena tindak pidana.

F1	Fasilitas Kesehatan	Fasilitas kesehatan adalah salah satu kebutuhan yang harus terpenuhi. Pemilihan region homebase ini harus didasarkan pada terpenuhinya fasilitas kesehatan yang memadai agar penanganan kesehatan dapat dipenuhi dengan baik.
F2	Fasilitas Sekolah	Fasilitas sekolah adalah salah satu kebutuhan yang harus terpenuhi. Pemilihan region homebase ini harus didasarkan pada terpenuhinya fasilitas sekolah yang memadai agar pemenuhan pendidikan (untuk keluarga pilot) dapat dipenuhi dengan baik.
P1	Pengeluaran perkapita	Pengeluaran perkapita berhubungan dengan biaya yang dibutuhkan untuk perawatan dan penjagaan <i>crew base</i> yang dibayarkan kepada karyawan. Semakin tinggi tingkat pengeluaran perkapita maka akan semakin tinggi pula biaya yang harus dibayarkan kepada karyawan.

KRITERIA TERHADAP KRITERIA

B. Petunjuk penilaian:

Berilah nilai tingkat kepentingan (perbandingan) **pada kolom berwarna putih** yang paling sesuai menurut Anda berdasarkan kategori serta skala perbandingan yang telah diberikan untuk setiap aspek kriteria terhadap kriteria, alternatif terhadap kriteria serta alternatif terhadap alternatif.

Skala perbandingan berpasangan AHP :

Angka Penilaian	Keterangan	Penjelasan
1	Sama-sama penting	Kedua elemen sama pentingnya
2	Sedikit lebih penting	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lain
3	Lebih penting	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
4	Sangat lebih penting	Satu elemen sangat lebih penting daripada elemen lainnya
5	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak lebih penting daripada elemen lainnya

ALTERNATIF TERHADAP ALTERNATIF

A1 : Makassar (UPG)

A2 : Tangerang (CGK)

A3 : Denpasar (DPS)

A4 : Surabaya (SUB)

A5 : Balikpapan (BPN)

C. Petunjuk penilaian

Berilah nilai tingkat kepentingan (perbandingan) pada kolom berwarna putih yang paling sesuai menurut Anda berdasarkan kategori serta skala perbandingan yang telah diberikan untuk setiap aspek alternatif terhadap alternatif.

Skala perbandingan berpasangan AHP :

Angka Penilaian	Keterangan	Penjelasan
1	Sama-sama baik	Pemenuhan Kedua alternatif sama baiknya
2	Sedikit lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu sedikit lebih baik daripada yang lain
3	Lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu lebih baik daripada yang lainnya
4	Sangat lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu sangat lebih baik daripada elemen lainnya
5	Mutlak lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu mutlak lebih baik daripada elemen lainnya

a. Perbandingan antar alternatif untuk Kriteria **Konektivitas ke masing-masing rute penerbangan**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			3	3	2
A3				2	1
A4					1
A5					

b. Perbandingan antar alternatif untuk Kriteria **Frekuensi penerbangan (*direct flight*)**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			3	3	4
A3				2	3
A4					2
A5					

c. Perbandingan antar alternatif untuk Kriteria **Jarak home base ke masing-masing rute**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		3	1	1	1
A2			1	1	1
A3				1	1
A4					1
A5					

d. Perbandingan antar alternatif untuk Kriteria **Jarak bandara dari pusat kota**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		4	3	3	3
A2			1	1	1
A3				2	1
A4					1
A5					

e. Perbandingan antar alternatif untuk Kriteria **Jumlah Penumpang**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			4	4	4
A3				1	2
A4					2
A5					

f. Perbandingan antar alternatif untuk Kriteria **Rute yang dapat terlayani tanpa rest**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		4	1	1	1
A2			1	1	1
A3				1	1
A4					1
A5					

g. Perbandingan antar alternatif untuk Kriteria **Potensi penduduk terkena tindak pidana**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		3	1	2	2
A2			1	1	1
A3				3	4
A4					2
A5					

h. Perbandingan antar alternatif untuk Kriteria **Fasilitas Kesehatan**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	2
A2			2	2	4
A3				1	3
A4					2
A5					

i. Perbandingan antar alternatif untuk Kriteria **Fasilitas Sekolah**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			3	3	4
A3				1	3
A4					3
A5					

j. Perbandingan antar alternatif untuk Kriteria **Pengeluaran perkapita**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			1	1	1
A3				1	1
A4					1
A5					

Lampiran B

FORM PENILAIAN

A. Identitas responden:

Nama : Taufan Hartanto

Jabatan / Divisi : Operation Performance & Cost Control Analyst

No Telepon :

ANALISIS SUB KRITERIA

KODE	SUB KRITERIA	ANALISIS SUB KRITERIA
K1	Konektivitas ke masing-masing rute penerbangan	Kriteria ini berhubungan dengan jam kerja pilot. Tersedianya <i>direct flight</i> membuat jam kerja pilot lebih efisien.
K2	Frekuensi penerbangan (<i>Direct Flight</i>)	Kriteria ini berhubungan dengan jam kerja pilot, semakin banyak frekuensi <i>direct flight</i> semakin fleksibel dan bisa berpengaruh pada efektivitas jam kerja pilot.

K3	Jarak <i>home base</i> ke masing-masing rute	Kriteria ini berhubungan dengan jam kerja pilot, semakin strategis letak <i>crewbase</i> maka semakin efisien jam kerja pilot.
J1	Jarak bandara dari pusat kota	Kriteria ini berhubungan dengan fasilitas serta mobilisasi pilot.
T1	Jumlah Penumpang	Kriteria ini berhubungan dengan pasar dari <i>crewbase</i> tersebut, semakin banyak penumpang maka menunjukkan bahwa perkembangan <i>crewbase</i> kedepannya juga baik.
R1	Rute yang dapat terlayani tanpa <i>rest</i>	Kriteria ini berhubungan erat dengan jam kerja pilot, jika suatu rute dapat terlayani tanpa <i>rest</i> maka akan berakibat pada efektivitas jam kerja pilot.
S1	Potensi penduduk terkena tindak pidana	Kriteria ini berhubungan pada fasilitas bagi pilot, karena pemilihan <i>crewbase</i> ini juga menjadi pemilihan tempat tinggal pilot, maka akan dicari kota yang aman.
F1	Fasilitas Kesehatan	Kriteria ini berhubungan dengan fasilitas bagi pilot, salah satu fasilitas yang di butuhkan adalah kesehatan.

F2	Fasilitas Sekolah	Kriteria ini berhubungan dengan fasilitas bagi pilot, salah satu fasilitas yang di butuhkan adalah sekolah.
P1	Pengeluaran perkapita	Kriteria ini berhubungan dengan rata-rat kebutuhan penduduk di kota tersebut. Hal ini berhubungan dengan rata-rata biaya yang di keluarkan perusahaan bagi karyawan yang ada di <i>crewbase</i>

KRITERIA TERHADAP KRITERIA

B. Petunjuk penilaian:

Berilah nilai tingkat kepentingan (perbandingan) **pada kolom berwarna putih** yang paling sesuai menurut Anda berdasarkan kategori serta skala perbandingan yang telah diberikan untuk setiap aspek kriteria terhadap kriteria, alternative terhadap kriteria serta alternative terhadap alternatif.

Skala perbandingan berpasangan AHP :

Angka Penilaian	Keterangan	Penjelasan
1	Sama-sama penting	Kedua elemen sama pentingnya
2	Sedikit lebih penting	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lain
3	Lebih penting	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
4	Sangat lebih penting	Satu elemen sangat lebih penting daripada elemen lainnya
5	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak lebih penting daripada elemen lainnya

Tingkat Kepentingan antar Sub Kriteria

	Sub Kriteria	K1	K2	K3	J1	T1	R1	S1	F1	F2	P1
K1	Konektivitas ke masing-masing rute penerbangan		2	1	4	3	1	1	2	2	3
K2	Frekuensi penerbangan			2	4	3	1	1	2	2	3
K3	Jarak <i>home base</i> ke masing-masing rute				4	3	1	1	2	2	3
J1	Jarak bandara dari pusat kota					1	1	1	1	1	1
T1	Jumlah Penumpang						1	1	1	1	1
R1	Rute yang dapat terlayani tanpa <i>rest</i>							4	4	4	4
S1	Potensi penduduk terkena tindak pidana								3	3	3
F1	Fasilitas Kesehatan									1	1
F2	Fasilitas Sekolah										1
P1	Pengeluaran perkapita										

ALTERNATIF TERHADAP ALTERNATIF

A1 : Makassar (UPG)

A2 : Tangerang (CGK)

A3 : Denpasar (DPS)

A4 : Surabaya (SUB)

A5 : Balikpapan (BPN)

C. Petunjuk penilaian:

Berilah nilai tingkat kepentingan (perbandingan) pada kolom berwarna putih yang paling sesuai menurut Anda berdasarkan kategori serta skala perbandingan yang telah diberikan untuk setiap aspek alternative terhadap alternatif.

Skala perbandingan berpasangan AHP :

Angka Penilaian	Keterangan	Penjelasan
1	Sama-sama baik	Pemenuhan Kedua alternatif sama baiknya
2	Sedikit lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu sedikit lebih baik daripada yang lain
3	Lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu lebih baik daripada yang lainnya
4	Sangat lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu sangat lebih baik daripada elemen lainnya
5	Mutlak lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu mutlak lebih baik daripada elemen lainnya

Tingkat Perbandingan Antar Alternatif

a. Perbandingan antar alternatif untuk sub kriteria **Konektivitas** ke masing-masing rute penerbangan

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			3	3	3
A3				2	1
A4					1
A5					

b. Perbandingan antar alternatif untuk sub kriteria **Frekuensi penerbangan (*direct flight*)**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			3	3	4
A3				2	3
A4					2
A5					

c. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Jarak home base ke masing-masing rute**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		3	1	1	1
A2			1	1	1
A3				1	1
A4					1
A5					

d. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Jarak bandara dari pusat kota**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		4	3	3	3
A2			1	1	1
A3				2	1
A4					1
A5					

e. Perbandingan antar alternative untuk sub kriteria **Jumlah Penumpang**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			4	4	4
A3				1	2
A4					2
A5					

f. Perbandingan antar alternatif untuk sub kriteria **Rute yang dapat terlayani tanpa rest**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		2	1	3	1
A2			2	2	2
A3				3	1
A4					1
A5					

g. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Potensi penduduk terkena tindak pidana**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		3	1	2	2
A2			1	1	1
A3				3	4
A4					2
A5					

h. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Fasilitas Kesehatan**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	2
A2			2	2	4
A3				1	3
A4					2
A5					

i. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Fasilitas Sekolah**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			3	3	4
A3				1	3
A4					3
A5					

j. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Pengeluaran perkapita**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			1	1	1
A3				1	1
A4					1
A5					

Lampiran B**FORM PENILAIAN****A. Identitas responden:**

Nama : Jamaludin
 Jabatan / Divisi : Operation Planner
 No Telepon : 021-25601528

ANALISIS SUB KRITERIA

KODE	SUB KRITERIA	ANALISIS SUB KRITERIA
K1	Konektivitas ke masing-masing rute penerbangan	Konektivitas yang baik di <i>crew base</i> membuat pejadwalan serta jam kerja pilot lebih fleksibel seerta lebih efisien.
K2	Frekuensi penerbangan (<i>Direct Flight</i>)	Semakin banyak frekuensi <i>direct flight</i> jam kerja pilot semakin fleksiibel dan lebih memudahkan dalam penjadwalan crew.
K3	Jarak <i>home base</i> ke masing-masing rute	Jarak menunjukkan apakah crew base tersebut memiliki letak yang strategis untuk supply crew ke semua rute penerbangan yang ada.

J1	Jarak bandara dari pusat kota	Kriteria ini berhubungan dengan fasilitas serta mobilisasi pilot. Karena pilot biasanya tinggal d daerah perkotaan yang notabennya memiliki fasilitas yang paling lengkap.
T1	Jumlah Penumpang	Jumlah penumpang berhubungan dengan peluang pasar di bandara yang ada di kota tersebut, jika perkembangan pasarnya bagus maka kedepannya penerbangan yang dilayanipun semakin banyak.
R1	Rute yang dapat terlayani tanpa <i>rest</i>	Dengan mampu melayani rute penerbangan tanpa rest dahulu menunjukkan bahwa jam kerja pilot lebih efisien.
S1	Potensi penduduk terkena tindak pidana	Menunjukkan tingkat keamanan kota calon crew base. Hal ini berhubungan dengan kenyamanan tempat tinggal bagi pilot.
F1	Fasilitas Kesehatan	Fasilitas kesehatan adalah salah satu fasilitas yang dibutuhkan oleh pilot.
F2	Fasilitas Sekolah	Fasilitas pendidikan adalah salah satu fasilitas yang di butuhkan contohnya saja sekolah.
P1	Pengeluaran perkapita	Kriteria ini berhubungan dengan rata-rata kebutuhan penduduk di kota tersebut.

KRITERIA TERHADAP KRITERIA

B. Petunjuk penilaian:

Berilah nilai tingkat kepentingan (perbandingan) **pada kolom berwarna putih** yang paling sesuai menurut Anda berdasarkan kategori serta skala perbandingan yang telah diberikan untuk setiap aspek kriteria terhadap kriteria, alternatif terhadap kriteria serta alternatif terhadap alternatif.

Skala perbandingan berpasangan AHP :

Angka Penilaian	Keterangan	Penjelasan
1	Sama-sama penting	Kedua elemen sama pentingnya
2	Sedikit lebih penting	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lain
3	Lebih penting	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
4	Sangat lebih penting	Satu elemen sangat lebih penting daripada elemen lainnya
5	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak lebih penting daripada elemen lainnya

Tingkat Kepentingan antar Sub Kriteria

	Sub Kriteria	K1	K2	K3	J1	T1	R1	S1	F1	F2	P1
K1	Konektivitas ke masing-masing rute penerbangan		1	1	4	1	2	3	3	3	3
K2	Frekuensi penerbangan (<i>direct flight</i>)			1	3	1	2	2	2	2	2
K3	Jarak <i>home base</i> ke masing-masing rute				3	1	3	3	3	3	3
J1	Jarak bandara dari pusat kota					1	1	1	1	1	1
T1	Jumlah Penumpang						4	4	4	4	4
R1	Rute yang dapat terlayani tanpa <i>rest</i>							2	2	2	2
S1	Potensi penduduk terkena tindak pidana								1	1	1
F1	Fasilitas Kesehatan									1	1
F2	Fasilitas Sekolah										1
P1	Pengeluaran perkapita										

ALTERNATIF TERHADAP ALTERNATIF

A1 : Makassar (UPG)

A2 : Tangerang (CGK)

A3 : Denpasar (DPS)

A4 : Surabaya (SUB)

A5 : Balikpapan (BPN)

C. Petunjuk penilaian:

Berilah nilai tingkat kepentingan (perbandingan) pada kolom berwarna putih yang paling sesuai menurut Anda berdasarkan kategori serta skala perbandingan yang telah diberikan untuk setiap aspek alternatif terhadap alternatif.

Skala perbandingan berpasangan AHP :

Angka Penilaian	Keterangan	Penjelasan
1	Sama-sama baik	Pemenuhan Kedua alternatif sama baiknya
2	Sedikit lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu sedikit lebih baik daripada yang lain
3	Lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu lebih baik daripada yang lainnya
4	Sangat lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu sangat lebih baik daripada elemen lainnya
5	Mutlak lebih baik	Pemenuhan alternatif yang satu mutlak lebih baik daripada elemen lainnya

a. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Konektivitas ke masing-masing rute penerbangan**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			3	3	4
A3				1	2
A4					2
A5					

b. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Frekuensi penerbangan (*direct flight*)**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			3	3	4
A3				2	3
A4					2
A5					

c. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Jarak *home base* ke masing-masing rute**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			1	1	2
A3				1	2
A4					1
A5					

d. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Jarak bandara dari pusat kota**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		4	3	3	3
A2			1	1	1
A3				2	1
A4					1
A5					

e. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Jumlah Penumpang**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			4	3	4
A3				1	2
A4					2
A5					

f. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Rute yang dapat terlayani tanpa rest**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		3	1	1	1
A2			1	1	1
A3				1	1
A4					2
A5					

g. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Potensi penduduk terkena tindak pidana**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		2	1	2	2
A2			1	1	1
A3				3	3
A4					2
A5					

h. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Fasilitas Kesehatan**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	2
A2			3	3	4
A3				1	3
A4					2
A5					

i. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Fasilitas Sekolah**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			4	4	4
A3				1	2
A4					3
A5					

j. Perbandingan antar alternatif untuk subkriteria **Pengeluaran perkapita**

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1	1	1	1
A2			2	2	3
A3				1	1
A4					1
A5					

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran C

Matriks Perbandingan Berpasangan

Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Sub Kriteria (*Consistensi Ratio* = 0.0116)

	K1	K2	K3	J1	T1	R1	S1	F1	F2	P1
K1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.3104)	(1, 1, 1)	(1.5, 2, 2.5)	(1, 1.1447, 1.2599)	(1, 1, 1.1447)	(1, 1.1447, 1.4422)	(1, 1.1447, 1.651)	(1, 1.1447, 1.651)	(1, 1.3104, 1.8171)
K2	(0.7632, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.1447)	(1.3104, 1.8171, 2.3208)	(1, 1.1447, 1.2599)	(1, 1, 1.1447)	(1, 1, 1.1447)	(1, 1, 1.5)	(1, 1, 1.5)	(1, 1.1447, 1.651)
K3	(1, 1, 1)	(0.8736, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1.1447, 1.651, 2.1544)	(1, 1.3104, 1.5874)	(1, 1.1447, 1.2599)	(1, 1.1447, 1.2599)	(1, 1.1147, 1.651)	(1, 1.1447, 1.651)	(1, 1.3104, 1.8171)
J1	(0.4, 1, 1)	(0.4309, 0.5503, 0.7632)	(0.4642, 0.6057, 0.8736)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.1447)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
T1	(0.7937, 0.5, 0.6667)	(0.7937, 0.8736, 1)	(0.63, 0.7632, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1.1447, 0.63, 0.7632)	(1.1447, 1.2599, 1.5536)	(1.1447, 1.4422, 1.71)	(1.1447, 1.4422, 1.71)	(1.1447, 1.4422, 1.71)
R1	(0.8736, 0.8736, 1)	(0.8736, 1, 1)	(0.7937, 0.8736, 1)	(1, 1, 1)	(0.7368, 0.7937, 0.8736)	(1, 0.63, 0.7632)	(1.3104, 2.1086)	(1.3104, 1.5874, 2.1086)	(1.3104, 1.5874, 2.1086)	(1.3104, 1.5874, 2.1086)

	K1	K2	K3	J1	T1	R1	S1	F1	F2	P1
S1	(0.6934, 1, 1)	(0.8736, 1, 1)	(0.7937, 0.8736, 1)	(0.8736, 1, 1)	(0.6437, 0.7937, 0.8736)	(0.4743, 0.63, 0.7632)	(1, 1, 1)	(1, 1.1447, 1.4422)	(1, 1.1447, 1.4422)	(1, 1.1447, 1.4422)
F1	(0.6057, 0.8736, 1)	(0.6667, 1, 1)	(0.6057, 1)	(1, 1, 1)	(0.5848, 0.6934, 0.8736)	(0.4743, 0.63, 0.7632)	(0.6934, 0.8736, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
F2	(0.6057, 0.8736, 1)	(0.6667, 0.8736, 1)	(0.6057, 0.8736, 1)	(1, 1, 1)	(0.5848, 0.6934, 0.8736)	(0.4743, 0.63, 0.7632)	(0.6934, 0.8736, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
P1	(0.5503, 0.7632, 1)	(0.6057, 0.8736, 1)	(0.5503, 0.7632, 1)	(1, 1, 1)	(0.5848, 0.6934, 0.8736)	(0.4743, 0.63, 0.7632)	(0.6934, 0.8736, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Terhadap Sub Kriteria Konektivitas ke Masing-Masing Rule (*Consistensi Ratio* = 0.0373)

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1.1447, 1.651)	(1, 1, 1)	(1, 1.5, 2)
A2	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1.5, 2)	(1, 1.5, 2)	(1.1447, 1.4422, 1.9574)
A3	(0.6059, 0.8737, 1)	(0.5, 0.6667, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.3104)	(1, 1, 1.1447)
A4	(1, 1, 1)	(0.5, 0.6667, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.1447)
A5	(0.5, 0.6667, 1)	(0.511, 0.6935, 0.8738)	(1, 1, 1)	(.8737, 1, 1)	(1, 1, 1)

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Terhadap Sub Kriteria Frekuensi *Direct Flight*
(*Consistensi Ratio* = 0.0556)

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	(1, 1, 1)	(1, 1,1)	(1, 1, 1.5)	(1, 1, 1)	(1, 1.1447, 1.6510)
A2	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1.5, 2)	(1, 1.5, 2)	(1.5, 2, 2.5)
A3	(0.6667, 0.6667, 1)	(0.5, 0.6667, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.5)	(1, 1.5, 2)
A4	(1, 1, 1)	(0.5, 0.6667, 1)	(0.6667, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.5)
A5	(0.6059, 0.8737,1)	(0.4, 0.5, 0.6667)	(0.5, 0.6667, 1)	(0.6667, 1,1)	(1, 1, 1)

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Terhadap Sub Kriteria Jarak *Crew Base* ke
Masing-Masing Rute (*Consistensi Ratio* = 0.014)

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	(1, 1, 1)	(1.1447,1.6510,2.1544)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.5)	(1, 1, 1)
A2	(0.4642, 0.6059, 0.8387)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.1447)
A3	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.1447)
A4	(0.6667, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.)
A5	(1, 1,1)	(0.8736, 1, 1)	(0.8736, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Terhadap Sub Kriteria Jarak Bandara dari Pusat Kota
(*Consistensi Ratio* = 0.03)

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	(1, 1, 1)	(1.3104, 1.8171, 2.3208)	(1, 1.3104, 1.5874)	(1, 1.3104, 1.5874)	(1, 1.3104, 1.5874)
A2	(0.4309, 0.5504, 0.7634)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
A3	(0.63, 0.7634, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
A4	(0.63, 0.7634, 1)	(1, 1, 1)	(0.6667, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
A5	(0.63, 0.7634, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Terhadap Sub Kriteria Jumlah Penumpang
(*Consistensi Ratio* = 0.0683)

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.5)	(1, 1, 1.5)	(1, 1, 1)
A2	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1.5, 2, 2.5)	(1.3104, 1.8171, 2.3208)	(1.5, 2, 2.5)
A3	(0.6667, 1, 1)	(0.4, 0.5, 0.6667)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.5)
A4	(0.6667, 1, 1)	(0.4309, 0.5504, 0.7634)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.5)
A5	(1, 1, 1)	(0.4, 0.5, 0.6667)	(0.6667, 1, 1)	(0.6667, 1, 1)	(1, 1, 1)

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Terhadap Sub Kriteria Rute yang Dapat Terlayani
Tanpa Rest (*Consistensi Ratio* = 0.0716)

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	(1, 1, 1)	(1.1447, 1.4422, 1.9574)	(1, 1, 1)	(1, 1.5, 2)	(1, 1, 1)
A2	(0.511, 0.6935, 0.8737)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.1447)	(1, 1, 1.1447)	(1, 1, 1.1447)
A3	(1, 1, 1)	(0.8737, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1.1447, 1.2599)	(1, 1, 1)
A4	(0.5, 0.6667, 1)	(0.8737, 1, 1)	(0.7937, 0.8737, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.1447)
A5	(1, 1, 1)	(0.8737, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.8737, 1, 1)	(1, 1, 1)

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Terhadap Sub Kriteria Tingkat Keamanan Kota
(*Consistensi Ratio* = 0.0716)

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	(1, 1, 1)	(1, 1.3104, 1.8171)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.5)
A2	(0.5504, 0.7632, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
A3	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1.5, 2)	(1.3104, 1.8171, 2.3208)
A4	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.5, 0.6667, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.5)
A5	(0.6667, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.4309, 0.5503, 0.7632)	(0.6667, 1, 1)	(1, 1, 1)

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Terhadap Sub Kriteria Fasilitas Kesehatan
(*Consistensi Ratio* = 0.0716)

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	(1, 1, 1)	(1, 1,1)	(1, 1,1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.5)
A2	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1.1447, 1.651)	(1, 1.1447, 1.651)	(1.5, 2, 2.5)
A3	(1, 1, 1)	(0.6057, 0.8736, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1.5, 2)
A4	(1, 1, 1)	(0.6057, 0.8736, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.5)
A5	(0.6667, 1, 1)	(0.4, 0.5, 0.6667)	(0.5, 0.6667, 1)	(0.6667, 1, 1)	(1, 1, 1)

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Terhadap Sub Kriteria Fasilitas Pendidikan
(*Consistensi Ratio* = 0.0142)

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	(1, 1, 1)	(1, 1,1)	(1, 1, 1.5)	(1, 1, 1)	(1, 1.5, 2)
A2	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1.5, 2)	(1,1, 1.5)	(1.5, 2, 2.5)
A3	(0.6667, 1, 1)	(0.5, 0.6667, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1.3104, 1.8171)
A4	(1, 1, 1)	(0.6667, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1.1447, 1.651)
A5	(0.5, 0.6667,1)	(0.4, 0.5, 0.6667)	(0.5503, 0.7632, 1)	(0.6057, 0.8736, 1)	(1, 1, 1)

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Terhadap Sub Kriteria Pengeluaran Perkapita
(*Consistensi Ratio* = 0.0008)

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
A2	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1.1447)	(1, 1, 1.1447)	(1, 1, 1.2599)
A3	(1, 1, 1)	(0.8737, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
A4	(1, 1, 1)	(0.8737, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
A5	(1, 1, 1)	(0.7937, 0.8737, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran D

Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Setiap Subkriteria

Tabel D.1 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Konektivitas ke Masing-Masing Rute

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	5.0000	5.6447	6.6510
CGK	5.1447	6.4422	7.9574
DPS	4.1059	4.5407	5.4551
SUB	4.2634	4.6670	5.1447
BPN	3.7584	4.3605	4.8737

Tabel D.2 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Frekuensi Penerbangan (*Direct Flight*)

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	5.0000	5.1447	6.1510
CGK	5.5000	7.0000	8.5000
DPS	4.1670	5.1670	6.5000
SUB	4.1670	4.6670	5.5000
BPN	3.1729	4.0407	4.6670

Tabel D.3 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak *Crew Base* ke Masing- Masing Rute

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	5.1447	5.6510	6.6544
CGK	4.4642	4.6059	5.0184
DPS	5.0000	5.0000	5.1447
SUB	4.6670	5.0000	5.0000
BPN	4.7472	5.0000	5.0000

Tabel D.4 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak Bandara dari Pusat Kota

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	5.3104	6.7482	8.0830
CGK	4.4309	4.5504	4.7634
DPS	4.6300	4.7634	5.5000
SUB	4.2970	4.7634	5.0000
BPN	4.6300	4.7634	5.0000

Tabel D.5 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Jumlah Penumpang di Masing-Masing Bandara

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	5.0000	5.0000	6.0000
CGK	6.3104	7.8171	9.3208
DPS	4.0670	4.5000	5.1670
SUB	4.0979	4.5504	5.2634
BPN	3.7340	4.5000	4.6670

Tabel D.6 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Rute yang dapat Terlayani Tanpa *Rest*

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	5.1447	5.9422	6.9574
CGK	4.5110	4.6935	5.3079
DPS	4.8737	5.1447	5.2599
SUB	4.1674	4.5404	5.1447
BPN	4.7475	5.0000	5.0000

Tabel D.7 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Tingkat Keamanan Kota

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	5.0000	5.3104	6.3171
CGK	4.5504	4.7632	5.0000
DPS	5.3104	6.3171	7.3208
SUB	4.5000	4.6667	5.5000
BPN	3.7643	4.5503	4.7632

Tabel D.8 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Kesehatan

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	5.0000	5.0000	5.5000
CGK	5.5000	6.2894	7.8019
DPS	4.6057	5.3736	6.0000
SUB	4.6057	4.8736	5.5000
BPN	3.2334	4.1667	4.6667

Tabel D.9 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Pendidikan

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	5.0000	5.5000	6.5000
CGK	5.5000	6.5000	8.0000
DPS	4.1667	4.9771	5.8171
SUB	4.6667	5.1447	5.6510
BPN	3.0561	3.8035	4.6667

Tabel D.10 Penjumlahan Baris untuk Setiap Alternatif terhadap Pengeluaran Perkapita

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	5.0000	5.0000	5.0000
CGK	5.0000	5.1447	5.5493
DPS	4.8737	5.0000	5.0000
SUB	4.8737	5.0000	5.0000
BPN	4.7937	4.8737	5.0000

Lampiran E

Nilai sintesis *fuzzy* untuk setiap Alternatif terhadap Setiap Subkriteria

Tabel E.1 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Setiap Alternatif terhadap Konektivitas ke Masing-Masing Rute

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1662	0.2200	0.2986
CGK	0.1710	0.2511	0.3573
DPS	0.1365	0.1770	0.2449
SUB	0.1417	0.1819	0.2310
BPN	0.1249	0.1700	0.2188

Tabel E.2 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Setiap Alternatif terhadap Frekuensi *Direct Flight* ke Masing-Masing Rute

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1597	0.1977	0.2795
CGK	0.1756	0.2690	0.3862
DPS	0.1331	0.1986	0.2954
SUB	0.1331	0.1794	0.2499
BPN	0.1013	0.1553	0.2121

Tabel E.3 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak *Crew Base* ke Masing-Masing Rute

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1918	0.2237	0.2770
CGK	0.1665	0.1824	0.2089
DPS	0.1864	0.1980	0.2142
SUB	0.1740	0.1980	0.2081
BPB	0.1770	0.1980	0.2081

Tabel E.4 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak Bandara dari Pusat Kota

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1873	0.2637	0.3469
CGK	0.1563	0.1778	0.2045
DPS	0.1633	0.1862	0.2361
SUB	0.1516	0.1862	0.2146
BPB	0.1633	0.1862	0.2146

Tabel E.5 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Setiap Alternatif terhadap Jumlah Penumpang di Masing-Masing Bandara

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1644	0.1896	0.2585
CGK	0.2075	0.2965	0.4016
DPS	0.1337	0.1707	0.2226
SUB	0.1347	0.1726	0.2268
BPB	0.1228	0.1707	0.2011

Tabel E.6 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Setiap Alternatif terhadap Jumlah Rute yang Dapat Terlayani Tanpa *Rest*

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1859	0.2347	0.2968
CGK	0.1630	0.1854	0.2264
DPS	0.1761	0.2032	0.2244
SUB	0.1506	0.1793	0.2194
BPN	0.1716	0.1975	0.2133

Tabel E.7 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Setiap Alternatif terhadap Tingkat Keamanan Kota

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1730	0.2074	0.2732
CGK	0.1574	0.1860	0.2162
DPS	0.1837	0.2467	0.3166
SUB	0.1557	0.1822	0.2378
BPN	0.1302	0.1777	0.2060

Tabel E.8 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Kesehatan

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1697	0.1945	0.2397
CGK	0.1866	0.2447	0.3400
DPS	0.1563	0.2091	0.2615
SUB	0.1563	0.1896	0.2397
BPN	0.1097	0.1621	0.2034

Tabel E.9 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Pendidikan

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1632	0.2121	0.2903
CGK	0.1795	0.2507	0.3573
DPS	0.1360	0.1920	0.2598
SUB	0.1523	0.1984	0.2524
BPN	0.0998	0.1467	0.2084

Tabel E.10 Nilai Sintesis *Fuzzy* untuk Setiap Alternatif terhadap Pendapatan Perkapita

Alternatif	Penjumlahan Baris		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
UPG	0.1957	0.1999	0.2037
CGK	0.1957	0.2056	0.2261
DPS	0.1908	0.1999	0.2037
SUB	0.1908	0.1999	0.2037
BPN	0.1876	0.1948	0.2037

Lampiran F

Nilai Vektor untuk setiap Alternatif terhadap Setiap Sub Kriteria

Tabel F.1 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Konektivitas ke Masing-Masing Rute

$V(A_2 \geq A_1)$	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	1.0000	0.8041	1.0000	1.0000	1.0000
CGK	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DPS	0.6465	0.4993	1.0000	0.9545	1.0000
SUB	0.6296	0.4643	1.0000	1.0000	1.0000
BPN	0.5124	0.3707	0.9214	0.8658	1.0000

Tabel F.2 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Frekuensi Penerbangan (*Direct Flight*)

$V(A_2 \geq A_1)$	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	1.0000	0.5930	0.9942	1.0000	1.0000
CGK	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DPS	1.0000	0.6296	1.0000	1.0000	1.0000
SUB	0.8310	0.4532	0.8588	1.0000	1.0000
BPN	0.5527	0.2427	0.6461	0.7665	1.0000

Tabel F.3 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak Crew Base ke Masing- Masing Rute

$V(A_2 \geq A_1)$	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
CGK	0.2919	1.0000	0.5900	0.6909	0.6714
DPS	0.4641	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
SUB	0.3873	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

BPN	0.3873	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
------------	--------	--------	--------	--------	--------

Tabel F.4. Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Jarak Bandara dari Pusat Kota

$V(A_2 \geq A_1)$	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
CGK	0.1662	1.0000	0.8317	0.8640	0.8317
DPS	0.3858	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
SUB	0.2601	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
BPN	0.2601	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Tabel F.5 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Harga Jumlah Penumpang di Masing-Masing Bandara

$V(A_2 \geq A_1)$	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	1.0000	0.3234	1.0000	1.0000	1.0000
CGK	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DPS	0.7544	0.1076	1.0000	0.9787	1.0000
SUB	0.7854	0.1349	1.0000	1.0000	1.0000
BPN	0.6594	0.0000	1.0000	0.9720	1.0000

Tabel F.6 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Rute yang dapat Terlayani Tanpa *Rest*

$V(A_2 \geq A_1)$	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
CGK	0.4507	1.0000	0.7383	1.0000	0.8191
DPS	0.5496	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
SUB	0.3771	0.9032	0.6447	1.0000	0.7251
BPN	0.4235	1.0000	0.8666	1.0000	1.0000

Tabel F.7 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Tingkat Keamanan Kota

$V(A_2 \geq A_1)$	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	1.0000	1.0000	0.6946	1.0000	1.0000
CGK	0.6691	1.0000	0.3486	1.0000	1.0000
DPS	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
SUB	0.7206	0.9552	0.4563	1.0000	1.0000
BPN	0.5263	0.8538	0.2437	0.9171	1.0000

Tabel F.8 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Kesehatan

$V(A_2 \geq A_1)$	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	1.0000	0.5140	0.8516	1.0000	1.0000
CGK	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DPS	1.0000	0.6775	1.0000	1.0000	1.0000
SUB	0.9344	0.4907	0.8109	1.0000	1.0000
BPN	0.5098	0.1686	0.5007	0.6313	1.0000

Tabel F.9 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap Fasilitas Pendidikan

$V(A_2 \geq A_1)$	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	1.0000	0.7417	1.0000	1.0000	1.0000
CGK	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DPS	0.8273	0.5775	1.0000	0.9433	1.0000
SUB	0.8668	0.5822	1.0000	1.0000	1.0000
BPN	0.4086	0.2174	0.6154	0.5202	1.0000

Tabel F.10 Nilai Vektor untuk Setiap Alternatif terhadap
Pengeluaran Perkapita

$V(A_2 \geq A_1)$	UPG	CGK	DPS	SUB	BPN
UPG	1.0000	0.5816	1.0000	1.0000	1.0000
CGK	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DPS	1.0000	0.5816	1.0000	1.0000	1.0000
SUB	1.0000	0.5816	1.0000	1.0000	1.0000
BPN	0.6143	0.4260	0.7201	0.7201	1.0000

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sidoarjo pada tanggal 18 September 1993. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Al-Falah Tropodo, SMP Al-Falah Tropodo, dan SMA Negeri 1 Waru. Penulis melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Matematika melalui jalur SNMPTN tulis pada tahun 2011 dan terdaftar sebagai mahasiswa ITS dengan NRP 1211 100 030. Di Jurusan Matematika, penulis mengambil bidang minat Riset Operasi dan Pengolahan Data.

Penulis aktif di beberapa organisasi intra kampus. Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA) sebagai staff Departemen Pengabdian Masyarakat tahun 2012/2013 dan sebagai Ketua Departemen Sosial Masyarakat pada tahun 2013/2014. Anggota Koperasi Mahasiswa Dr. Angka ITS sejak tahun 2011 hingga sekarang. Serta pernah menjadi staff Kementerian Keuangan Koperasi Mahasiswa Dr. Angka ITS pada tahun 2012/2013.

Penulis juga aktif dalam kepanitian ITS EXPO 2012 sebagai *crew* sub acara *recycle art*. Penulis pernah menjadi penanggung jawab untuk wilayah Surabaya dan sekitarnya dalam OMITS 2013. Selain itu penulis juga menjadi sekretaris dalam *National KSE Community Summit*, panitia dalam LKMM Pra-TD FMIPA ITS, dan berbagai kegiatan HIMATIKA ITS. Berbagai pelatihan pun pernah diikuti oleh penulis, antara lain ESQ, Pra-TD FMIPA ITS, TD HIMATIKA ITS dan beberapa pelatihan lainnya.

Informasi mengenai tugas akhir ini dapat disampaikan ke alamat email mukhofifatul11@gmail.com.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”